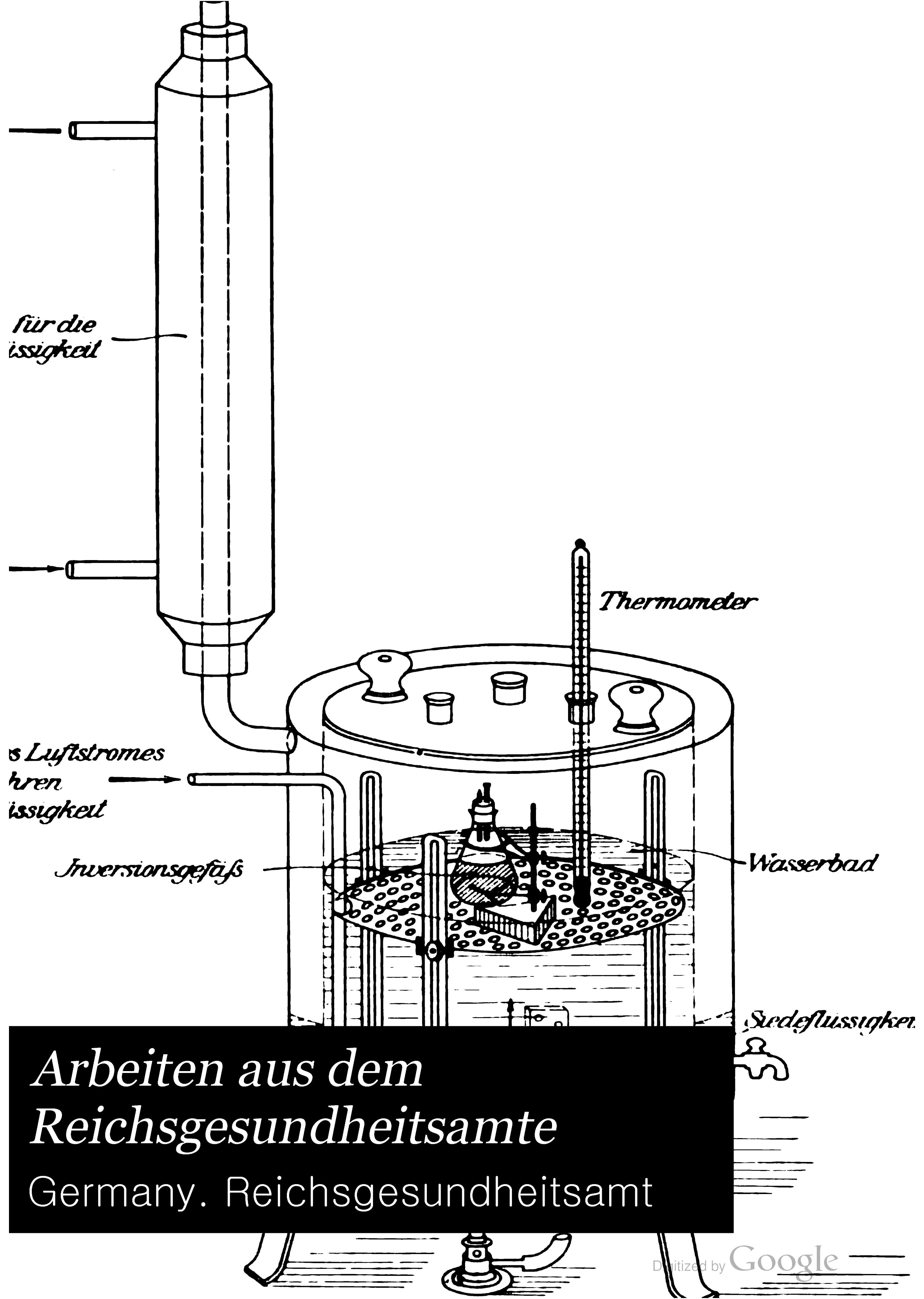
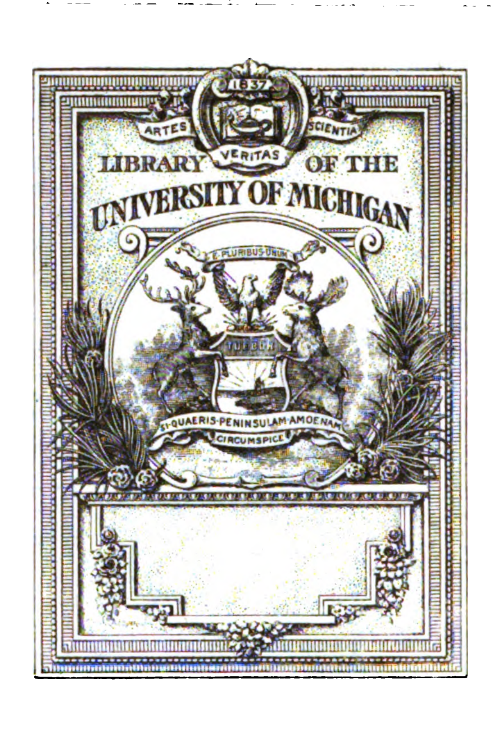


Arbeiten aus dem Reichsgesundheitsamte

Germany. Reichsgesundheitsamt


1837
ARTES
VERITAS
SCIENTIA
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
E PLURIBUS UNUM
TUEBOR
SI QUAERIS PENINSULAM AMOENAM
CIRCUMSPICE



ARBEITEN

AUS DEM

KAISERLICHEN GESUNDHEITSAMTE.

(Beihefte zu den Veröffentlichungen des Kaiserlichen Gesundheitsamtes.)



DREIUNDZWANZIGSTER BAND.

MIT 2 TAFELN UND IN DEN TEXT GEDRUCKTEN ABBILDUNGEN.

BERLIN.
VERLAG VON JULIUS SPRINGER.
1906.



Inhalts-Verzeichnis.

Ergebnisse der Weinstatistik für 1903.

Einleitung.

Von

Dr. **Adolf Günther,**

technischem Hilfsarbeiter im Kaiserlichen Gesundheitsamte.

Die im nachstehenden abgedruckten Ergebnisse der Weinstatistik für 1903 und der Moststatistik für 1904 sind im wesentlichen nach denselben Grundsätzen bearbeitet worden, wie die vorjährigen Berichte[1]). Den statistischen Angaben sind Erläuterungen vorangestellt, welche die von den Berichterstattern gemachten Erfahrungen bezüglich der Probeentnahme und Untersuchung der Weine und Moste wiedergeben. Den Ergebnissen der Weinstatistik ist auch diesmal der Nachweis des Weinverschnittgeschäftes im deutschen Zollgebiet während des Kalenderjahres 1904 beigefügt worden, während die amtliche Statistik der Weinmosternte des Jahres 1904 im Anschluß an die Ergebnisse der Moststatistik für 1904 als wünschenswerte Ergänzung zu dieser Aufnahme gefunden hat. Eine Reihe von wissenschaftlichen Fragen, deren Bearbeitung zum Teil auf den Jahresversammlungen der Kommission für die amtliche Weinstatistik angeregt wurde, hat bei der diesjährigen Berichterstattung eine Berücksichtigung gefunden, so daß auch hierin eine weitere wissenschaftliche Vertiefung der weinstatistischen Arbeiten zu erblicken ist. Bezüglich der Einzelheiten dieser Untersuchungen sei auf die einzelnen Berichte verwiesen.

Auch im vergangenen Jahre trat die Kommission für die amtliche Weinstatistik unter dem Vorsitz des Präsidenten des Kaiserlichen Gesundheitsamtes Dr. Köhler am 8. und 9. September in der Kgl. Lehranstalt für Wein-, Obst- und Gartenbau in Geisenheim a. Rhein zu ihrer II. Jahresversammlung zusammen. An den Beratungen nahmen teil: Als Kommissare der Königlich preußischen Regierung Geheimer Ober-Regierungsrat und vortragender Rat im Ministerium für Landwirtschaft, Domänen und Forsten Dr. Fleischer-Berlin und Ober-Regierungsrat Pfeffer von Salomon-Wiesbaden, als Kommissar der elsaß-lothringischen Landesverwaltung Geheimer Regierungsrat von Puttkamer-Straßburg; vom Kaiserlichen Gesundheitsamte Geheimer Regierungsrat Professor Dr. Paul-Berlin; als Vertreter der Königlich preußischen Regierung Prof. Dr. Wortmann-Geisenheim und Prof. Dr. Windisch-Geisenheim; als Vertreter der Königlich bayerischen Regierung Prof. Dr. Halenke-Speyer und Prof. Dr. Omeis-Würzburg; als Vertreter der Königlich württembergischen Regierung Prof. Dr. Meißner-

[1]) Arbeiten a. d. Kaiserl. Gesundheitsamte Bd. XXII, S. 1.

Weinsberg; als Vertreter der Großherzoglich badischen Regierung Prof. Dr. Behrens-Augustenberg; als Vertreter der Großherzoglich hessischen Regierung Prof. Dr. Mayrhofer-Mainz und Prof. Dr. Weller-Darmstadt; als Vertreter der elsaß-lothringischen Landesverwaltung Prof. Dr. Amthor-Straßburg und Prof. Dr. Kulisch-Colmar. Der Bundesstaat Sachsen war nicht vertreten, da der mit der Vertretung beauftragte Sachverständige am Erscheinen verhindert war.

Als Tagesordnung für die Besprechung war die folgende aufgestellt worden:

Tagesordnung

für die am 8. und 9. September 1904 in Geisenheim a. Rh. stattfindenden Beratungen der Kommission für die amtliche Weinstatistik.

Erster Tag. 8. September 1904.

1. Welches ist der voraussichtliche Ausfall der Weinernte des Jahres 1904 in den einzelnen Weinbaugebieten?
2. Sind besondere Maßnahmen für die im Beratungsjahre 1904/1905 auszuführenden Untersuchungen zu treffen? Ist im besonderen einem etwaigen Einflusse der abnormen Witterung auf die Beschaffenheit des Weines (Mineralbestandteile) erhöhte Aufmerksamkeit zuzuwenden?
3. Sollen die Weine der Obermosel, die angeblich nur schwer innerhalb der gesetzlichen Grenzen verbessert werden können, eine besondere Berücksichtigung bei der Probenbeschaffung erfahren?
4. Genügen die über die Beschaffenheit aus Portugieser-Trauben hergestellter Weine vorgenommenen Erhebungen und Untersuchungen, um die diesen Weinen eingeräumte Sonderstellung in Fortfall kommen zu lassen?
5. Welche Erfahrungen sind seit den vorjährigen Beratungen über den Einfluß von Rebkrankheiten, Insektenschädigungen und Witterungsverhältnissen auf die Beschaffenheit des Weines gemacht worden?

   Vortrag des Herrn Professor Dr. Kulisch: „Einfluß der Rebkrankheiten und einiger Maßnahmen der Kellerwirtschaft auf die chemische Zusammensetzung des Weines."
6. Üben Bodenart und Düngung einen erkennbaren Einfluß auf die Zusammensetzung der Weine aus?
7. Ist die Ergreifung besonderer Maßnahmen gegen den Gebrauch gesundheitsschädlicher Konservierungs- und Klärungsmittel nach den bisherigen Beobachtungen angezeigt?

   Vortrag des Herrn Professor Dr. Wortmann: „Über die Amerikanerreben, das Veredeln auf Amerikaner-Unterlage und die Qualität des von veredelten Reben gewonnenen Weines sowie über die Erfahrungen, welche mit den veredelten Reben in Geisenheim gemacht worden sind."

   Besichtigung der Reben-Veredelungs-Station Geisenheim-Eibingen, des Anbaues mit Amerikanerreben, der Anstaltsweinberge in Eibingen sowie der Rebschule an der Rüdesheimer Straße.

Zweiter Tag. 9. September 1904.

1. Sind Vorschläge bezüglich der für statistische Zwecke auszuführenden chemischen Untersuchungen zu machen und sind neue Untersuchungsverfahren zu berücksichtigen?

   Vortrag des Direktors im Kaiserlichen Gesundheitsamte, Geheimen Regierungsrats Herrn Professor Dr. Paul: „Die Anwendung der neueren Theorien der Lösungen auf die Bestimmung des Säuregrades des Weines.“
2. Welches ist das Ergebnis der bisher durchgeführten Serienuntersuchungen?
3. Welche neuen Beobachtungen liegen über den Säurerückgang und die Milchsäurebildung im Wein in physiologischer und chemischer Hinsicht vor?

   Vortrag des Herrn Professor Dr. Meißner: „Über die Bildung von Milchsäure aus anderen organischen Säuren durch Organismen.“
4. Vortrag des Herrn Professor Dr. Wortmann: „Über biologische Untersuchungen über den Böckser des Weines.“
5. Geschäftliche Mitteilungen und Wahl eines Ortes für die Zusammenkunft der Kommission im Jahre 1905.

   Besichtigung der Geisenheimer Anstalt und des der Anstalt unterstellten Königlichen Weingutes.

   Vortrag des Leiters der pflanzenpathologisehen Abteilung: „Bekämpfungsmittel gegen Heu- und Sauerwurm.“

Zunächst ergab sich zu Punkt 1 der Tagesordnung aus den übereinstimmenden Angaben der anwesenden Sachverständigen allgemein, daß die durch die Witterungsverhältnisse des Jahres 1904 begünstigte Entwicklung von Reben und Trauben eine gute Ernte erwarten lasse, eine Erwartung, die nach den nunmehr vorliegenden Ergebnissen der Moststatistik und nach den Angaben der amtlichen Statistik der Weinmosternte sich allgemein erfüllte. Mit Rücksicht auf die abnorme Witterung des Jahres 1904 beschloß die Versammlung, bereits in den Mosten dieses Jahrgangs tunlichst den Gehalt an Mineralbestandteilen festzustellen, um den Einfluß des heißen und trockenen Sommers auf den Aschengehalt der Moste und der aus ihnen gewonenen Weine kennen zu lernen. Gleichfalls wurde in Vorschlag gebracht, denjenigen Mosten und Weinen bei der Untersuchung eine erhöhte Aufmerksamkeit zuzuwenden, deren Reben vom Springwurm und vom Heu- und Sauerwurm befallen worden waren. Zu Punkt 3 der Tagesordnung konnte festgestellt werden, daß schon jetzt eine genügend große Anzahl von Weinproben der Obermosel ohne Schwierigkeiten beschafft werden konnte. Die Sonderstellung der Portugieser Weine im Rundschreiben des Herrn Reichskanzlers vom 30. Juli 1901, worin gesagt wird, daß bisweilen in einzelnen Gegenden zu Verschnittzwecken dienende Rotweine (Portugieser) vorkommen, die auch im ungezuckerten Zustande unter den festgesetzten Grenzen bleiben, und worin darauf hingewiesen wird, daß vor der Beanstandung derartiger Weine besonders darauf zu achten ist, ob das Zurückbleiben hinter den Grenzzahlen auf dem Zusatz von wässeriger Zuckerlösung beruht, diese Sonderstellung wurde seitens der Sachverständigen als auf nicht zutreffenden Voraussetzungen beruhend und ihre Beseitigung als wünschenswert bezeichnet.

Zu Punkt 5 der Tagesordnung nahm Herr Professor Kulisch Gelegenheit, einen Vortrag „Über den Einfluß der Rebkrankheiten und einiger Maßnahmen der Kellerwirtschaft auf die chemische Zusammensetzung des Weines“ zu halten. Diesem Vortrage lagen umfangreiche Versuche zugrunde, welche über den Einfluß der Peronospora und des Oidiums auf die Beschaffenheit des Weines in der landwirtschaftlichen Versuchsstation zu Colmar i. Elsaß angestellt worden sind. Auch über Versuche, welche über die Veränderung des Weines durch das im Elsaß weit verbreitete Verfahren des Angärenlassens des Mostes auf den Trestern Aufschluß geben sollten, wurde bei dieser Gelegenheit Bericht erstattet. Bezüglich des Einflusses von Bodenart und Düngung auf die Zusammensetzung der Weine (Punkt 6 der Tagesordnung) ging das übereinstimmende Urteil der anwesenden Sachverständigen dahin, daß es noch weiterer Studien bedürfe, um auch nur einen Einblick in die Verhältnisse zu bekommen.

Die Erörterung des Vorkommens von Fluorsalzen in den aus dem Auslande zur Einfuhr gelangenden Traubenmaischen gab weiterhin Veranlassung, die Erfahrungen der anwesenden Sachverständigen über das Vorkommen von Konservierungsmitteln im Wein auszutauschen und die Frage zu erörtern, ob Fluor einen normalen Bestandteil des Weines darstelle. Ein Bedürfnis nach Erweiterung der Liste der verbotenen Stoffe wurde nicht anerkannt.

Im Anschluß an die Tagesordnung des ersten Beratungstages schilderte Herr Professor Wortmann die Versuche, welche in der Geisenheimer Lehranstalt für Wein-, Obst- und Gartenbau über die Rebenveredlung auf Amerikaner-Unterlage angestellt worden sind. So wertvoll die bisher gewonnenen Aufschlüsse über die besonders wichtige Frage nach der Beeinflussung des Weines durch die Amerikaner-Veredlung sind, so wird es doch noch weiterer, umfangreicher und langdauernder Versuche bedürfen, um ein abschließendes Urteil zu gewinnen. Ein Ausflug der Teilnehmer an den Beratungen nach der auf der Leideck gelegenen Rebenveredlungsstation Geisenheim-Eibingen bot eine wertvolle Ergänzung des Vortrages und machte die Teilnehmer mit der Technik der Veredlung auf Amerikanerreben, mit der Kultur und dem Verhalten der veredelten Reben bekannt. Im Anschluß an diese Besichtigung fand ein Besuch der fürstlich Metternichschen Domäne Schloß Johannisberg statt.

Zu Beginn der Beratungen des zweiten Tages wurde von Herrn Geheimrat Paul unter Bezugnahme auf seine gelegentlich der vorjährigen Beratungen gemachten Mitteilungen ein zusammenfassender Vortrag „Über die Anwendung der neueren Theorien der Lösungen auf die Bestimmung des Säuregrades im Weine“ gehalten. Die dem Vortrag zugrunde liegenden im chemischen Laboratorium des Kaiserlichen Gesundheitsamtes ausgeführten umfangreichen Versuche haben zu sehr interessanten Ergebnissen geführt und tatsächlich neue Gesichtspunkte für die Kenntnis der chemischen Konstitution des Weines gewinnen lassen. Über die Einzelheiten dieser Versuche wird in diesen „Arbeiten“ Bericht erstattet werden.

Bei der Erörterung des Ergebnisses der bisher durchgeführten Serienuntersuchungen, deren Einzelheiten den zur Veröffentlichung bestimmten statistischen Abhandlungen beigegeben sind, wurde betont, daß die Frage des Säurerückganges und

der Milchsäurebildung noch weiterer Klärung und eingehender Untersuchung bedürfe. Einen Beitrag hierzu lieferte der Vortrag des Herrn Professor Meißner „Über die Zerstörung und Bildung von Milchsäure aus anderen organischen Säuren durch Organismen", durch welchen der Vortragende die Teilnehmer an den Beratungen mit den Ergebnissen seiner interessanten Versuche über die Einwirkung lebender Hefe- und Schimmelpilzkulturen auf Lösungen der Säuren des Weines und auf Wein selbst bekannt machte.

Nach Schluß der Beratungen besichtigten die Teilnehmer unter Führung des Herrn Professor Wortmann die Kgl. Lehranstalt für Wein-, Obst- und Gartenbau. In der pflanzenpathologischen Station wurden über die Bekämpfung des Heu- und Sauerwurms, in der pflanzenphysiologischen Station über die Entwicklung und Tätigkeit dieser Station und in der Hefereinzuchtstation über das Böcksern des Weines seitens der Beamten der Lehranstalt kurze Vorträge gehalten. Einen Überblick über den Umfang und den Betrieb des Weinbaues in Geisenheim gewährte ein Schlußvortrag des an der Anstalt tätigen Weinbaulehrers.

Die auf den folgenden Seiten mitgeteilten Berichte enthalten die analytischen Daten von im ganzen 475 Weinen und 2096 Mosten. Es entfallen auf die Weinbaugebiete Preußen: 69 Weine und 421 Moste; Bayern: 59 Weine und 236 Moste; Sachsen: 13 Moste; Württemberg: 105 Weine und 93 Moste; Baden: 23 Weine und 197 Moste; Hessen: 110 Weine und 837 Moste; Elsaß-Lothringen: 109 Weine und 299 Moste.

Berichte der staatlichen Untersuchungsanstalten, welche mit der Ausführung der weinstatistischen Untersuchungen betraut sind.

Gesammelt im Kaiserlichen Gesundheitsamte.

1. Preußen.

Bericht der önochemischen Versuchsstation Geisenheim. Prof. Dr. **K. Windisch.**

Ergebnisse der Untersuchung von Weinen des Jahrganges 1903.

Im Laufe des Jahres 1904 wurden 69 naturreine Weine des Jahres 1903 aus den preußischen Weinbaugebieten untersucht; davon entfallen auf den Rheingau 28 Weine (darunter 6 Rotweine aus der Gemarkung Aßmannshausen), auf das Rheintal unterhalb des Rheingaues 3 Weine, auf das Weinbaugebiet der Nahe 6 Weine, auf das Weinbaugebiet der Mosel und ihrer Nebenflüsse 25 Weine und auf das Weinbaugebiet der Ahr 7 Weine, letztere sämtlich Rotweine. Die Gesamtergebnisse sind in der Haupttabelle I zusammengestellt. Die Tabelle II enthält die Höchst- und Mindestwerte für die wichtigsten Weinbestandteile, die in den einzelnen Weinbaugebieten festgestellt wurden.



Tabelle

Laufende Nr.	Gemarkung und Lage	Bodenart und Düngung	Traubensorte	Beobachtete Krankheiten u. Schädlinge. Mittel, die dagegen angewendet wurden	Zeit der Lese und Beschaffenheit der Trauben (Art der Fäule)	Klimatische Verhältnisse, die etwa auf die Trauben besonders eingewirkt haben	Zeitpunkt der Untersuchung 1904
						I. Rhein-	
1	Aßmannshausen	Schiefer	Spätburgunder	geschwefelt u. gespritzt	Anfang Oktober, gesund	—	Aug.
2	„	„	„	„	„	—	„
3	„	„	„	„	„	—	„
4	„	„	„	„	„	—	„
5	„	„	„	„	„	—	„
6	„	„	„	„	„	—	„
7	Eibingen, Flecht	„	Riesling	„	11. November	—	Sept.
8	„ Dechaney u. Flecht	„	„	„	Anfang November	—	„
9	„ Leideck	Sandiger Lehm	Sylvaner	„	„ „	—	„
10	„ „	„ „	Sylvaner auf Riparia	„	„ „	—	„
11	Erbach, Rheinhell	Kies	Riesling	Sauerwurm abgesucht	16.—18. Nov.	—	Juli
12	„ Wisselbrunn	Ton	„	0	„	—	„
13	Geisenheim, Schorchen	Kies	Traminer	geschwefelt u. gespritzt	5. November	—	Sept.
14	„ Decker	Lehm	Sylvaner	„	29. Oktober	—	„
15	„ Fuchsberg	„	Riesling	„	23. November	—	„
16	„ „	„	Elbling	„	27. Oktober	—	„
17	„ Klaus	Kies	Riesling	„	15. November	—	„
18	Mittelheim, Graben u. Bangert	Letten	„	„	20. „	—	Aug.
19	„ Schlehdorn	Kies	„	„	15. „	—	„
20	„ Großer Bangert	Letten	„	„	20. „	—	„
21	Oestrich, Hölle	Kies u. Letten	„	„	17. „	—	„
22	„ Löhnchen	Kies	„	„	17. „	—	„
23	Rüdesheim, Pares Zollhaus, Vord. Burgweg	Schiefer u. Letten	„	„	11. u. 12. Nov.	—	Sept.
24	Steinberg, Rosengarten	Verwittert. Schiefer	„	„	14. November	—	April
25	„ „	„ „	„	„	14. „	—	„
26	Winkel, Gutenberg	Fetter Lehm	„	„	Anfang „	—	Sept.
27	„ Dachsberg	Schiefer, Letten, Kies	„	„	19. „	—	Juli
28	„ Bellersweg	Schiefer, Kies	„	„	8. „	—	„
					II. Rheintal unterhalb		
29	Bacharach, Leimbach	Schiefer	Riesling	geschwefelt u. gespritzt	20. Oktober, gesund	—	Sept.
30	Oberwesel, Rheinhelle	„	„	„	22. Oktober	—	„
31	„ Harthelle	„	„	„	30. „	—	„
						III. Weinbau-	
32	Laubenheim } verschiedene Lagen gemischt	Kies, Lehm und Letten	Sylvaner, Riesling, Elbling	Stark Oidium, nicht geschwefelt	Anfang November	—	Sept.
33	„			desgl.	„ „	—	„
34	„			desgl.	„ „	—	„
35	Monzingen, Fels u. Geisert	Sandstein u. Kies	Sylvaner u. Ruländer	0	16.—19. Oktober	—	„
36	„ Berg u. Fels	„ „ „	Sylvaner	0	16. Oktober	—	„
37	„ „ „ „	„ „ „	Riesling	0	26. u. 27. Oktober	—	„

Bemerk.: [1]) Bei schwachem Druck von der Kelter geflossen. [2]) Bei starkem Druck von der Kelter geflossen (Preßwein).

I.

Farbe des Weines	Spezifisches Gewicht bei 15°	In 100 ccm sind enthalten g: Alkohol	Extrakt	Freie Säuren (Gesamtsäure)	Milchsäure	Flüchtige Säuren	Nichtflüchtige Säuren	Glyzerin	Zucker	Gesamt-Weinsteinsäure	Freie Weinsteinsäure	Weinstein	Weinsteinsäure an alkalische Erden gebunden	Extrakt: nach Abzug der 0,1 g übersteigenden Zuckermenge	Extrakt: nach Abzug der nichtflüchtigen Säuren	Extrakt: nach Abzug der freien Säuren	Mineralbestandteile	Stickstoff	Alkalität der Asche in ccm N. Lauge	Verhältnis von Alkohol zu Glyzerin = 100:	Säurerest
gau.																					
rot	0,9979	7,46	2,717	0,63	0,302	0,073	0,54	0,61	0,005	0,191	0	0,160	0,064	2,72	2,18	2,09	0,331	0,056	1,55	7,2	0,44[1])
„	0,9978	7,33	2,706	0,59	0,352	0,100	0,47	0,65	0,005	0,173	0	0,118	0,083	2,71	2,24	2,12	0,338	0,056	1,45	8,9	0,38[1])
„	0,9982	7,66	2,821	0,67	0,260	0,127	0,51	0,66	0,02	0,184	0	0,075	0,124	2,82	2,31	2,15	0,331	0,053	1,25	8,6	0,42[1])
„	0,9994	7,26	3,092	0,58	0,286	0,108	0,39	0,63	0,15	0,143	0	0,141	0,030	3,04	2,65	2,51	0,384	0,057	1,60	8,7	0,32[2])
„	0,9991	7,26	3,150	0,53	0,384	0,154	0,34	0,59	0,16	0,148	0	0,075	0,083	3,09	2,75	2,56	0,399	0,059	1,35	8,1	0,27[2])
„	0,9991	7,46	3,211	0,60	0,288	0,132	0,43	0,58	0,19	0,131	0	0,085	0,065	3,12	2,69	2,52	0,362	0,064	1,35	7,8	0,36[2])
weiß	—	7,60	3,517	1,01	0,097	0,051	0,93	0,74	0,19	0,315	0,165	0,038	0,120	3,43	2,50	2,42	0,211	0,041	1,00	9,8	0,69
„	—	6,14	2,809	1,21	0,090	0,022	1,17	0,68	0,17	0,416	0,191	0,038	0,195	2,74	1,57	1,53	0,193	0,045	1,00	10,3	0,87
„	—	5,64	2,591	1,08	0,072	0,028	1,04	0,49	0,18	0,304	0,011	0,094	0,218	2,51	1,47	1,48	0,256	0,075	1,65	8,7	0,88
„	—	5,89	2,873	1,10	0,070	0,027	1,01	0,57	0,009	0,353	0,120	0,056	0,188	2,87	1,86	1,77	0,219	0,070	1,55	9,7	0,77
„	0,9998	6,93	3,193	0,95	0,136	0,026	0,92	0,64	0,10	0,191	0	0,066	0,139	3,19	2,27	2,24	0,243	0,063	1,65	9,3	0,82
„	0,9999	8,30	3,414	0,99	0,138	0,032	0,95	0,82	0,21	0,199	0,041	0,066	0,105	3,30	2,35	2,31	0,239	0,056	1,05	9,9	0,83
„	—	7,53	3,099	0,80	0,052	0,050	0,74	0,80	0,16	0,285	0,135	0,053	0,098	3,04	2,30	2,24	0,233	0,091	0,75	10,6	0,53
„	—	6,47	3,053	0,96	0,055	0,056	0,89	0,70	0,18	0,289	0,101	0,075	0,128	2,97	2,08	2,01	0,226	0,078	1,25	10,8	0,70
„	—	7,33	3,054	0,98	0,063	0,060	0,90	0,67	0,15	0,308	0,045	0,047	0,225	3,00	2,10	2,02	0,228	0,042	1,25	9,1	0,72
„	—	4,89	2,498	1,29	0,089	0,035	1,25	0,42	0,03	0,304	0,124	0,047	0,143	2,50	1,25	1,21	0,237	0,045	1,60	8,6	1,04
„	—	6,79	3,203	1,05	0,075	0,035	1,01	0,71	0,17	0,315	0,188	0,038	0,098	3,13	2,12	2,08	0,225	0,048	0,85	10,5	0,76
„	0,9994	6,40	2,686	0,73	0,266	0,028	0,69	0,60	0,08	0,176	0,026	0,056	0,105	2,69	2,00	1,96	0,254	0,060	1,00	9,4	0,59
„	0,9992	7,19	2,249	0,66	0,218	0,044	0,60	0,64	0,18	0,169	0	0,132	0,105	2,17	1,57	1,51	0,311	0,071	1,40	8,9	0,52
„	0,9999	6,79	2,927	0,75	0,207	0,042	0,70	0,64	0,14	0,173	0,060	0,038	0,083	2,89	2,19	2,14	0,254	0,108	0,75	9,4	0,58
„	0,9991	7,16	2,914	1,07	0,072	0,027	1,04	0,73	0,16	0,293	0,143	0,056	0,132	2,87	1,83	1,80	0,202	0,060	1,00	10,2	0,82
„	1,0030	6,79	2,870	1,15	0,062	0,040	1,10	0,65	0,15	0,240	0,105	0,047	0,098	2,82	1,72	1,67	0,250	0,062	0,90	9,6	0,93
„	0,9969	7,46	3,005	0,90	0,070	0,045	0,84	0,70	0,15	0,210	0,068	0,052	0,101	2,96	2,12	2,06	0,229	0,078	0,95	9,4	0,70
„	0,9993	6,78	2,465	1,05	0,057	0,026	1,02	0,65	0,17	0,251	0	0,028	0,229	2,40	1,38	1,35	0,209	0,067	1,60	9,7	0,89[3])
„	0,9986	6,59	2,699	1,00	0,063	0,041	0,95	0,65	0,15	0,214	0	0,019	0,199	2,65	1,70	1,65	0,183	0,075	1,50	9,8	0,84[4])
„	0,9986	7,87	2,903	0,97	0,078	0,045	0,91	0,81	0,23	0,349	0,169	0,009	0,173	2,77	1,86	1,80	0,161	0,064	1,20	10,3	0,65
„	—	6,21	2,644	1,03	0,112	0,044	0,97	0,61	0,01	0,334	0,169	0,056	0,045	2,64	1,67	1,61	0,189	0,069	1,10	9,8	0,72
„	—	6,66	3,047	1,14	0,110	0,047	1,08	0,73	0,19	0,308	0,158	0,047	0,113	2,96	1,88	1,82	0,208	0,064	1,00	10,9	0,85
des Rheingaues.																					
weiß	0,9964	8,03	2,621	0,99	0,084	0,049	0,93	0,74	0,15	0,311	0,124	0,004	0,184	2,57	1,64	1,58	0,182	0,067	1,25	9,2	0,51
„	0,9996	6,93	2,508	1,17	0,052	0,049	1,11	0,64	0,15	0,375	0,233	0,009	0,135	2,45	1,34	1,28	0,231	0,078	0,95	9,2	0,81
„	1,0007	5,89	2,698	1,26	0,058	0,037	1,21	0,55	0,15	0,409	0,246	0,014	0,154	2,64	1,43	1,38	0,195	0,056	1,10	9,3	0,83
gebiet der Nahe.																					
weiß	—	6,18	3,106	0,76	0,212	0,069	0,67	0,52	0,13	0,154	0	0,113	0,064	3,08	2,41	2,32	0,298	0,099	1,15	8,4	0,59
„	—	6,24	3,169	0,86	0,243	0,073	0,77	0,57	0,20	0,158	0	0,047	0,060	3,07	2,30	2,21	0,309	0,098	0,65	9,1	0,69
„	—	5,70	3,012	0,74	0,267	0,081	0,64	0,50	0,11	0,150	0	0,132	0,045	3,00	2,36	2,26	0,300	0,085	1,55	8,7	0,56
„	0,9965	8,20	2,795	0,77	0,084	0,029	0,73	0,78	0,01	0,206	0,004	0,047	0,165	2,80	2,07	2,03	0,221	0,090	1,35	9,5	0,62
„	0,9975	8,13	2,856	0,76	0,109	0,025	0,73	0,77	0.12	0,206	0	0,066	0,156	2,84	2,11	2,08	0,205	0,087	1,45	9,5	0,63
„	0,9985	7,56	2,843	0,98	0,094	0,036	0,93	0,70	0,16	0,259	0,109	0,038	0,120	2,78	1,85	1,80	0,177	0,071	1,00	9,2	0,75

[3]) Vom Bodensatz hell abgezogener Most. [4]) Bodensatz des Mostes.

Laufende Nr.	Gemarkung und Lage	Bodenart und Düngung	Traubensorte	Beobachtete Krankheiten u. Schädlinge. Mittel, die dagegen angewendet wurden	Zeit der Lese und Beschaffenheit der Trauben (Art der Fäule)	Klimatische Verhältnisse, die etwa auf die Trauben besonders eingewirkt haben	Zeitpunkt der Untersuchung 1904
					IV. Weinbaugebiet der Mosel		
38	Bernkastel, Leiderbäumchen, Mathäusbildchen	Schwerer Ton	Riesling	geschwefelt u. gespritzt	8.—14. November	—	Juli
39	Canzem (Saar) Großer Berg	Schiefer (kalkarm)	"	gespritzt	10. "	—	"
40	Canzem (Saar) Unterberg	" "	"	Sauerwurm, Motten gefangen	11. "	—	"
41	Cues, östliche Lage	Schiefer	"	Sauerwurm, ausgelesen	6. u. 7. "	—	"
42	Eitelsbach (Ruwer), Triumpf	"	Riesling mit etwas Elbling	—	Anfang "	—	"
43	"	"	Riesling	—	" "	—	"
44	Graach, Josefshof	"	"	0	17. "	—	"
45	Krettnach (Saar)	"	"	—	Anfang "	—	"
46	Oberemmel (Saar)	"	"	0	" "	—	"
47	" , Raul	"	"	0	16. "	—	"
48	Obermennig (Saar)	"	"	0	Anfang "	—	"
49	Ockfen (Saar) Herrenberg	Schiefer, leicht	"	geschwefelt u. gespritzt	21. Okt. bis 9. Nov.	—	"
50	Ockfen (Saar) Geisberg	" schwer	"	"	"	—	"
51	Olewig (Saar)	Schiefer	"	0	Anfang November	—	Aug.
52	Riveris (Ruwer), hoch gelegen	"	"	0	" "	—	Juli
53	Schoden (Saar), Fels	Schiefer u. Kies	"	geschwefelt, gespritzt	21. Okt. bis 9. Nov.	—	"
54	Trier, Heiligkreuz	—	Elbling	—	Anfang November	—	"
55	Wiltingen (Saar), Scharzberg	schwerer Lehm u. Schiefer	Riesling	geschwefelt u. gespritzt	21. Okt. bis 9. Nov.	—	"
56	Wiltingen, Scharzhofberg	brauner Schiefer	"	0	Anfang November	—	Aug.
57	Wittich (Lieser) Bottchen	Schiefer	Elbling	geschwefelt u. gespritzt	28. Okt. bis 13. Nov.	—	"
58	Wittich (Lieser) Kunk	"	2/3 Riesling, 1/3 Burgunder	"	"	—	"
59	Wittich (Lieser) "	"	2/3 Riesling, 1/3 Elbling	"	"	—	"
60	Wittich (Lieser) Drescher	"	3/4 " 1/4 "	"	"	—	"
61	Zeltingen, Schloßberg	"	Riesling	—	Anfang November	—	"
62	" Schölgesberg	"	"	—	9. November	—	Juli
					V. Weinbau-		
63	Ahrweiler, Rosental	Schiefer	Spätburgunder	0	Ende Oktober	—	Juli
64	" ebene Lage	Lehm	"	Sauerwurm, Mottenfang	" "	—	"
65	Mayschloß, Schieferley	Schiefer	"	geschwefelt	" "	—	Aug.
66	" Pfarrweinberg	"	"	"	" "	—	April
67	" "	"	"	"	" "	—	"
68	" Ley	"	"	"	" "	—	"
69	" "	"	"	"	" "	—	"

Bemerk.: [1]) Ungedüngt. [2]) Mit Chilisalpeter gedüngt.

Farbe des Weines	Spezifisches Gewicht bei 15°	In 100 ccm sind enthalten g: Alkohol	Extrakt	Freie Säuren (Gesamtsäure)	Milchsäure	Flüchtige Säuren	Nichtflüchtige Säuren	Glyzerin	Zucker	Gesamt-Weinsteinsäure	Freie Weinsteinsäure	Weinstein	Weinsteinsäure an alkalische Erden gebunden	Extrakt: nach Abzug der 0,1 g übersteigenden Zuckermenge	Extrakt: nach Abzug der nichtflüchtigen Säuren	Extrakt: nach Abzug der freien Säuren	Mineralbestandteile	Stickstoff	Alkalität der Asche in ccm N. Lauge	Verhältnis von Alkohol zu Glyzerin = 100:	Säurerest
und ihrer Nebenflüsse.																					
weiß	1,0011	6,27	2,874	1,17	0,084	0,030	1,13	0,58	0,16	0,255	0,060	0,038	0,173	2,81	1,68	1,64	0,206	0,060	1,30	9,3	0,97
„	1,0005	5,95	2,898	1,07	0,126	0,042	1,02	0,51	0,19	0,289	0,199	0,019	0,075	2,81	1,79	1,74	0,191	0,077	0,60	8,6	0,78
„	0,9984	7,26	2,708	1,10	0,091	0,040	1,05	0,70	0,16	0,405	0,293	0,028	0,090	2,65	1,60	1,55	0,152	0,057	0,75	9,7	0,70
„	1,0006	6,15	2,868	1,30	0,096	0,040	1,25	0,54	0,11	0,390	0,233	0,028	0,169	2,86	1,61	1,56	0,192	0,041	1,05	8,8	0,94
„	1,0002	5,70	2,459	1,14	0,071	0,033	1,10	0,51	0,10	0,416	0,199	0,066	0,165	2,46	1,36	1,32	0,189	0,053	1,45	9,0	0,79
„	1,0007	5,27	2,492	1,14	0,111	0,023	1,11	0,56	0,10	0,398	0,195	0,103	0,120	2,49	1,38	1,35	0,229	0,050	1,35	10,7	0,81
„	0,9995	6,93	2,748	1,07	0,141	0,039	1,02	0,60	0,14	0,263	0,098	0,047	0,053	2,71	1,69	1,64	0,196	0,056	1,10	8,6	0,84
„	1,0019	4,62	2,514	1,40	0,087	0,043	1,35	0,41	0,11	0,461	0,281	0,028	0,158	2,50	1,15	1,10	0,191	0,053	1,20	8,8	0,98
„	1,0014	5,08	2,451	1,23	0,124	0,028	1,19	0,45	0,10	0,334	0,154	0,056	0,135	2,45	1,26	1,22	0,218	0,057	1,20	8,9	0,95
„	1,0014	5,98	2,445	1,20	0,067	0,025	1,17	0,58	0,03	0,334	0,184	0,047	0,113	2,45	1,28	1,25	0,187	0,059	1,00	9,7	0,91
„	1,0022	4,01	2,486	1,35	0,066	0,049	1,29	0,38	0,11	0,488	0,293	0,047	0,158	2,48	1,19	1,13	0,196	0,043	1,30	9,4	0,90
„	1,0014	6,08	2,798	1,38	0,128	0,066	1,30	0,55	0,17	0,341	0,184	0,028	0,135	2,73	1,43	1,35	0,199	0,064	1,05	9,1	1,04
„	1,0002	7,21	2,834	1,18	0,119	0,044	1,12	0,68	0,14	0,210	0,015	0,075	0,135	2,79	1,67	1,61	0,197	0,067	1,30	9,4	1,01
„	1,0010	4,17	2,325	0,89	0,233	0,084	0,78	0,50	0,12	0,368	0,180	0,056	0,143	2,31	1,53	1,42	0,187	0,059	1,25	12,0	0,51
„	1,0001	6,11	2,599	1,11	0,134	0,034	1,07	0,60	0,11	0,443	0,255	0,085	0,120	2,59	1,52	1,48	0,210	0,063	1,25	9,8	0,79
„	0,9995	6,21	2,565	1,24	0,146	0,043	1,19	0,52	0,10	0,375	0,225	0,056	0,105	2,57	1,88	1,33	0,158	0,045	1,00	8,4	0,94
„	1,0004	5,66	2,538	1,21	0,117	0,030	1,17	0,54	0,09	0,416	0,259	0,066	0,105	2,54	1,37	1,33	0,198	0,056	1,05	9,6	0,87
„	1,0014	5,60	2,742	1,34	0,101	0,027	1,31	0,46	0,09	0,364	0,116	0,047	0,210	2,74	1,43	1,40	0,170	0,053	1,65	8,2	1,10
„	1,0005	5,89	2,733	1,20	0,104	0,040	1,15	0,53	0,11	0,349	0,199	0,019	0,135	2,72	1,57	1,52	0,166	0,060	1,00	9,0	0,88
„	1,0024	4,53	2,507	1,35	0,114	0,041	1,30	0,44	0,12	0,495	0,346	0,038	0,120	2,49	1,19	1,14	0,154	0,066	1,00	9,7	0,93
„	1,0016	4,89	2,325	1,29	0,132	0,039	1,24	0,42	0,10	0,510	0,360	0,028	0,128	2,33	1,09	1,06	0,156	0,055	1,00	8,6	0,85
„	1,0014	5,08	2,382	1,26	0,070	0,041	1,21	0,49	0,11	0,521	0,356	0,047	0,128	2,37	1,16	1,11	0,143	0,050	1,10	9,6	0,86
„	—	5,01	2,498	1,19	0,118	0,025	1,16	0,51	0,11	0,420	0,188	0,075	0,173	2,49	1,33	1,30	0,184	0,043	1,40	10,2	0,95
„	0,9995	6,93	2,769	1,18	0,143	0,081	1,08	0,66	0,13	0,308	0,135	0,038	0,143	2,74	1,66	1,56	0,205	0,048	1,15	9,5	0,96
„	—	6,79	2,671	1,07	0,128	0,032	1,03	0,61	0,13	0,263	0,060	0,047	0,165	2,64	1,61	1,57	0,206	0,059	1,35	9,0	1,01
gebiet der Ahr.																					
rot	0,9983	8,70	2,864	0,59	0,133	0,059	0,52	0,77	0,10	0,146	0	0,122	0,049	2,86	2,34	2,27	0,301	0,052	1,55	8,8	0,52
„	0,9984	7,03	2,625	0,55	0,156	0,065	0,47	0,67	0,10	0,173	0	0,073	0,060	2,63	2,16	2,08	0,266	0,056	1,40	9,5	0,46
„	0,9988	7,12	2,934	0,77	0,093	0,045	0,71	0,67	0,15	0,229	0,019	0,028	0,188	2,88	2,17	2,11	0,231	0,044	1,40	9,4	0,65
„	0,9973	7,26	2,429	0,59	0,238	0,066	0,51	0,71	0,09	0,180	0	0,085	0,113	2,43	1,92	1,84	0,220	0,030	1,60	9,8	0,50 [3]
„	0,9969	7,43	2,574	0,56	0,205	0,097	0,44	0,71	0,06	0,165	0	0,103	0,083	2,57	2,13	2,01	0,284	0,042	1,75	9,6	0,48 [4]
„	0,9998	6,53	2,492	0,70	0,262	0,087	0,59	0,64	0,08	0,143	0	0,111	0,054	2,49	1,90	1,79	0,303	0,038	2,10	9,8	0,63 [3]
„	0,9992	6,66	2,563	0,68	0,254	0,052	0,62	0,66	0,06	0,142	0	0,094	0,068	2,56	1,94	1,88	0,319	0,047	2,20	9,9	0,61 [4]

[3]) Ungedüngt. [4]) Mit Chilisalpeter gedüngt.

Tabelle

Höchst- und Mindestwerte für die

Weinbaugebiet	Zahl der Weine	Alkohol		Gesamtsäure		Nichtflüchtige Säuren		Milchsäure		Gesamt-Weinsäure		Freie Weinsäure		Weinstein	
		g in 100 ccm													
		Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
Rheingau[1])	22	4,89	8,30	0,66	1,29	0,60	1,25	0,05	0,27	0,17	0,42	0	0,19	0,01	0,18
Rheinthal unterhalb des Rheingaues[1]) .	3	5,89	8.03	0,99	1,26	0,93	1,21	0,05	0,08	0,31	0,41	0,12	0,25	0,004	0,014
Gebiet der Nahe[1]) .	6	5,70	8,20	0,74	0,98	0,64	0,93	0,08	0,27	0,15	0,26	0	0,11	0,04	0,13
„ „ Mosel[1]) .	25	4,01	7,26	0,89	1,40	0,78	1,35	0,07	0,23	0,21	0,52	0,02	0,36	0,02	0,10
„ „ Ahr[2]) .	7	6,53	8,70	0,55	0,77	0,44	0,71	0,09	0,26	0,14	0,23	0	0,02	0,03	0,12

[1]) Nur Weißweine.
[2]) Nur Rotweine.

In den Rotweinen wurde auch der Gerbstoffgehalt nach dem Neubauer-Löwenthalschen Verfahren bestimmt. Dabei wurden folgende Werte gefunden. (Sämtliche Rotweine sind aus Spätburgundertrauben hergestellt worden.)

Gemarkung	Lage	Nr. der Tabelle I	Gerbstoff g in 100 ccm	Gemarkung	Lage	Nr. der Tabelle I	Gerbstoff g in 100 ccm
Aßmannshausen	—	1	0,171	Mayschoß	Schieferlay	65	0,125
„	—	2	0,169	„	Pfarrweinberg,		
„	—	3	0,181		ungedüngt	66	0,223
„	—	4	0,283	„	Pfarrweinberg,		
„	—	5	0,375		gedüngt	67	0,309
„	—	6	0,360	„	Lay, ungedüngt	68	0,089
Ahrweiler	Rosental	63	0,278	„	„ gedüngt	69	0,144
„	Ebene Lage	64	0,224				

Was die Bewertung der Untersuchungen für die Beurteilung der Weine aus den einzelnen Weinbaugebieten betrifft, so scheiden zwei Gebiete, das Rheintal unterhalb des Rheingaues und das Gebiet der Nahe, von vornherein aus, weil die Zahl der untersuchten Weine viel zu gering ist; für diese Gebiete lagen nur Weine aus je zwei Gemarkungen vor. Die Rheingauer Weine stammen auch diesmal ausschließlich von größeren Besitzern; neben einigen guten und bevorzugten Lagen finden sich unter ihnen aber auch der Mehrzahl nach Weine aus geringen und mittleren Lagen, die auf unseren Wunsch absichtlich ausgewählt wurden. Am günstigsten steht bezüglich der Möglichkeit, einwandfreie Schlüsse aus den in der Tabelle I enthaltenen Untersuchungsergebnissen zu ziehen, das Weinbaugebiet der Mosel und ihrer Nebenflüsse da. Zwar finden sich auch unter diesen Weinen solche aus sehr guten Lagen, die Mehrzahl entstammt aber geringen und mittleren Lagen.

Die Grenzzahlen des Weingesetzes für den Extraktgehalt der Weine wurden von einem Moselwein (Nr. 58 der Tabelle I) nicht erreicht. Dieser Wein aus Wittlich im

II.

verschiedenen Weinbaugebiete.

An alkalische Erden gebundene Weinsäure		Extrakt nach Abzug des 0,1 g übersteigenden Zuckers		Extrakt nach Abzug der nichtflüchtigen Säuren		Extrakt nach Abzug der Gesamtsäure		Säurerest		Alkohol-Glyzerin-Verhältnis		Mineralbestandteile		Alkalität der Asche	
g in 100 ccm														ccm N.-Lauge	
Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
0,05	0,23	2,17	3,43	1,25	2,50	1,21	2,42	0,52	1,04	8,7	10,9	0,161	0,311	0,75	1,65
0,14	0,18	2,45	2,64	1,34	1,64	1,28	1,58	0,51	0,83	9,2	9,3	0,182	0,231	0,95	1,25
0,05	0,17	2,78	3,08	1,85	2,41	1,80	2,32	0,56	0,75	8,4	9,5	0,177	0,309	0,65	1,55
0,05	0,21	2,31	2,86	1,09	1,79	1,06	1,74	0,51	1,10	8,2	12,0	0,143	0,229	0,60	1,65
0,05	0,19	2,43	2,88	1,90	2,34	1,79	2,27	0,46	0,65	8,8	9,9	0,220	0,319	1,40	2,20

Liesertal hat nur 1,09 g Extrakt nach Abzug der nichtflüchtigen Säuren in 100 ccm; der Extraktgehalt nach Abzug der Gesamtsäure bleibt mit 1,06 g in 100 ccm etwas über der Grenze. Es ist übrigens so gut wie ausgeschlossen, daß dieser Wein bei einer etwaigen Kellerkontrolle als überstreckt beanstandet werden könnte. Der niedrige Alkoholgehalt (4,89 %) und der hohe Säuregehalt (1,29 %) beweisen aufs deutlichste, daß es sich hier um einen sauren, geringen Naturwein handelt, der die bessernde Hand des Menschen noch nicht gespürt hat, trotzdem sie ihm dringend nottut.

Noch mehrere andere Moselweine (Nr. 46, 47, 48, 49, 57 und 59 der Tabelle I) stehen bezüglich des Extraktgehaltes nach Abzug der nichtflüchtigen Säuren bezw. nach Abzug der Gesamtsäure nahe an den gesetzlichen Grenzen. Diese Weine trifft die ganze Härte des Gesetzes. Infolge ihres niedrigen Alkoholgehaltes (4,01 bis 5,98 g) und hohen Säuregehaltes (1,20 bis 1,40 g) sind diese Weine für sich unbrauchbar zu Genußzwecken, sie erfordern vielmehr dringend eine Zuckerung und Wässerung, wenn sie in eine verkaufsfähige, trinkbare Ware umgewandelt werden sollen. Die Vorschriften des Weingesetzes machen jedoch jede Verbesserung dieser Weine unmöglich, denn selbst durch ganz kleine Wasserzusätze, wie sie auch nach dem neuen Weingesetz zulässig sind, werden die Werte für den Extraktgehalt unter die Grenzzahlen des Weingesetzes herabgesetzt. Es bleibt nichts anderes übrig, als diese Weine mit anderen, extraktreichen und säurearmen Weinen zu verschneiden, eine Manipulation die der große Weinhändler wohl, nicht aber der kleine Winzer ausführen kann.

Wenn auch die 1903er Weine vielfach besser sind als die 1902er, so kann doch von einem guten Jahrgang nicht die Rede sein. Wohl gab das Jahr 1903 in guten Lagen manche selbständigen besseren Weine, die Mehrzahl der geernteten Weine aus geringeren Lagen des Rheingaues und der Mosel muß jedoch verbessert oder verschnitten werden. Wirkliche Auslesespitzen sind im Rheingau nur ganz vereinzelt geerntet worden.

Der Extraktgehalt ist bei allen untersuchten Weißweinen, wie in den früheren

Jahren, hoch, daneben ist auch der Säuregehalt vielfach sehr hoch. Infolgedessen ist, wie bereits oben erwähnt wurde, der Extraktgehalt nach Abzug der nichtflüchtigen Säuren bezw. nach Abzug der Gesamtsäure bei mehreren Moselweinen sehr niedrig; auch bei einigen Rheingauer Weinen ist der Extraktrest nicht so hoch, wie man es gewohnt ist. Der Mineralstoffgehalt der Weißweine ist meist normal und weit über der gesetzlichen Grenzzahl, doch finden sich fast alljährlich einzelne Weine, mit recht geringem Mineralstoffgehalt. Der Alkoholgehalt bleibt, entsprechend dem nicht sehr hohen Mostgewicht der Moste, innerhalb bescheidener Grenzen, er ist sogar vielfach sehr niedrig, und geht bei den Moselweinen bis zu 4,01 g in 100 ccm zurück. Das ist für den Jahrgang kein gutes Zeichen. Der Gehalt der Weißweine an Gesamtweinsäure ist vielfach sehr hoch (bis zu 0,52 g in 100 ccm); dabei enthalten viele Weine beträchtliche Mengen freier Weinsäure (bis zu 0,36 g in 100 ccm), ebenfalls ein Zeichen der oft mangelhaften Reife der Trauben. Der Säurerest ist meist hoch. Das Alkohol-Glyzerinverhältnis erreicht bei den Rheingauer Weinen nicht so hohe Werte wie in besseren Jahren; dasselbe ist bei allen Weißweinen merkwürdig gleichmäßig und liegt mit wenigen Ausnahmen zwischen 9 und 10.

Bei den Rotweinen ist der Alkoholgehalt meist höher, als bei den Weißweinen; das Extrakt, die Extraktreste und die Mineralbestandteile sind hoch.

Tabelle III.

Säurerückgang und Milchsäuregehalt der Weine.

Nummer	Gemarkung	Lage (Gewann)	Traubensorte	Zeit der Untersuchung 1904	Im Most	Im Wein			
					Säure	Gesamtsäure	Nichtflüchtige Säure	Säurerückgang	Milchsäure
						als Weinsäure berechnet			
					g in 100 ccm				
			A. Weißweine.						
			I. Rheingau.						
1	Eibingen	Flecht	Riesling	Septemb.	1,28	1,01	0,93	0,35	0,10
2	„	Dechaney u. Flecht	„	„	1,49	1,21	1,17	0,32	0,09
3	Erbach	Rheinhell	„	Juli	1,08	0,95	0,92	0,16	0,14
4	„	Wisselbrunn	„	„	1,14	0,99	0,95	0,19	0,14
5	Geisenheim	Schorchen	Traminer	Septemb.	0,95	0,80	0,74	0,21	0,05
6	„	Decker	Sylvaner	„	1,18	0,96	0,89	0,29	0,06
7	„	Fuchsberg	Riesling	„	1,17	0,98	0,90	0,27	0,06
8	„	„	Elbling	„	1,48	1,29	1,25	0,23	0,09
9	„	Klaus	Riesling	„	1,30	1,05	1,01	0,29	0,08
10	Mittelheim	Graben u. Bangert	„	August	1,22	0,73	0,69	0,53	0,27
11	„	Schlehdorn	„	„	1,17	0,66	0,60	0,57	0,22
12	„	Großer Bangert	„	„	1,23	0,75	0,70	0,53	0,21
13	Oestrich	Hölle	„	„	1,29	1,07	1,04	0,25	0,07
14	„	Löhnchen	„	„	1,31	1,15	1,10	0,21	0,06
15	Rüdesheim	Pares u. Zollhaus	„	Septemb.	1,05	0,90	0,84	0,21	0,07
16	Steinberg	Rosengarten	„	April	1,21	1,05	1,02	0,19	0,06
17	„	„	„	„	1,21	1,00	0,95	0,26	0,06

Nummer	Gemarkung	Lage (Gewann)	Traubensorte	Zeit der Untersuchung 1904	Im Most	Im Wein			
					Säure	Gesamtsäure	Nichtflüchtige Säure	Säurerückgang	Milchsäure
						als Weinsäure berechnet			
					g in 100 ccm				
18	Winkel	Gutenberg	Riesling	Septemb.	1,27	0,97	0,91	0,36	0,08
19	„	Dachsberg	„	Juli	1,20	1,03	0,97	0,23	0,11
20	„	Bellersweg	„	„	1,47	1,14	1,08	0,39	0,11
	II. Rheintal unterhalb des Rheingaues.								
21	Bacharach	Leimbach	Riesling	Septemb.	1,18	0,99	0,93	0,25	0,08
22	Oberwesel	Rheinhelle	„	„	1,29	1,17	1,11	0,18	0,05
23	„	Harthelle	„	„	1,44	1,26	1,21	0,23	0,06
	III. Weinbaugebiet der Nahe.								
24	Monzingen	Fels u. Geisert	Sylvaner u. Ruländer	Septemb.	0,99	0,77	0,73	0,26	0,08
25	„	Berg u. Fels	Sylvaner	„	0,98	0,76	0,73	0,25	0,11
26	„	„	Riesling	„	1,20	0,98	0,93	0,27	0,09
	IV. Weinbaugebiet der Mosel.								
27	Bernkastel	Laiderbäumchen, Mathäusbildchen	Riesling	Juli	1,25	1,17	1,13	0,12	0,08
28	Canzem (Saar)	Großer Berg	„	„	1,29	1,07	1,02	0,27	0,13
29	„	Unterberg	„	„	1,31	1,10	1,05	0,26	0,09
30	Cues	Östliche Lage	„	„	1,53	1,30	1,25	0,28	0,10
31	Eitelsbach (Ruwer)	Triumph	„	„	1,31	1,14	1,10	0,21	0,07
32	„	„	„	„	1,42	1,14	1,11	0,31	0,11
33	Graach	Josefshof	„	„	1,25	1,07	1,02	0,23	0,14
34	Krettnach (Saar)	—	„	„	1,62	1,40	1,35	0,27	0,09
35	Oberemmel (Saar)	—	„	„	1,39	1,23	1,19	0,20	0,12
36	„	Raul	„	„	1,25	1,20	1,17	0,08	0,07
37	Obermennig (Saar)	—	„	„	1,64	1,35	1,29	0,35	0,07
38	Ockfen (Saar)	Herrenberg	„	„	1,46	1,38	1,30	0,16	0,13
39	„	Geisberg	„	„	1,43	1,18	1,12	0,31	0,12
40	Olewig (Saar)	—	„	August	1,51	0,89	0,78	0,73	0,23
41	Riveris (Ruwer)	Hohe Lage	„	Juli	1,35	1,11	1,07	0,28	0,13
42	Schoden (Saar)	Fels	„	„	1,41	1,24	1,19	0,22	0,15
43	Trier	Heiligkreuz	Elbling	„	1,43	1,21	1,17	0,26	0,12
44	Wiltingen (Saar)	Scharzberg	Riesling	„	1,52	1,34	1,31	0,21	0,10
45	„	Scharzhofberg	„	August	1,33	1,20	1,15	0,18	0,10
46	Wittlich (Liefer)	Bottchen	Elbling	„	1,46	1,35	1,30	0,16	0,11
47	„	Kunk	2/3 Riesl., 1/3 Burg.	„	1,40	1,29	1,24	0,16	0,13
48	„	„	2/3 Riesl., 1/3 Elbl.	„	1,31	1,26	1,21	0,10	0,07
49	„	Drescherť	3/4 Riesl., 1/4 Elbl.	„	1,39	1,19	1,16	0,23	0,12
50	Zeltingen	Schloßberg	Riesling	„	1,29	1,18	1,08	0,21	0,14
51	„	Schölgesberg	„	Juli	1,29	1,07	1,03	0,26	0,13
	B. Rotweine.								
52	Aßmannshausen	Hölle	Spätburgunder	August	1,08	0,59	0,47	0,61	0,35
53	„	Platte	„	„	0,98	0,63	0,54	0,44	0,30
54	Ahrweiler	Rosental	„	Juli	0,77	0,59	0,52	0,25	0,13
55	„	Ebene Lage	„	„	1,01	0,55	0,47	0,54	0,16
56	Mayschoß	Schieferlay	„	August	1,16	0,77	0,71	0,45	0,09

Da bei der Mehrzahl der Weine die Moste, aus denen sie entstanden sind, ebenfalls untersucht wurden, läßt sich bei ihnen der Säurerückgang feststellen. In der Tabelle III sind die entsprechenden Zahlen nebst den gefundenen Milchsäurewerten zusammengestellt.

Als Säurerückgang wurde der Unterschied zwischen der Säure der Moste und den nichtflüchtigen Säuren der Weine berechnet; denn die flüchtigen Säuren, die im Most meist fehlen, entstehen in der Regel aus dem Alkohol und haben mit den Veränderungen der nichtflüchtigen Säuren des Mostes nichts gemein.

Wie bei den 1902er Weinen wurde auch bei den Weißweinen des Jahres 1903 ein im Verhältnis zur Menge der vorhandenen Säure meist recht schwacher Säurerückgang beobachtet, trotzdem die meisten Weine erst im August und September 1904, also im Alter von 9 bis 10 Monaten untersucht wurden. Dementsprechend ist auch der Milchsäuregehalt der Weine meist gering. Damit stehen die Erfahrungen im Einklang, die durch einige besondere Versuche gewonnen wurden. Vier Weine des Jahres 1903, die im Keller der Geisenheimer Lehranstalt lagerten, wurden vom Keltern ab jede Woche auf ihren Säuregehalt geprüft; von Zeit zu Zeit wurde auch eine ganze Analyse von ihnen ausgeführt. Die Säure nahm während der Gärung ein wenig zu, nach der Gärung etwas (um 0,1 bis 0,15 g ab) und blieb dann bis Ende September 1904 gleich und unverändert, trotzdem die Weine zwischendurch mehrmals abgestochen worden waren.

Von dieser Regel, daß die Säureabnahme der Weißweine nur schwach und die Neubildung von Milchsäure entsprechend gering ist, finden sich einige Ausnahmen. Bei den Mittelheimer Weinen, Nr. 10, 11 und 12 (Tabelle III) und bei dem Olewiger Wein Nr. 40 (Tabelle III) wurden weit beträchtlichere Säureabnahmen festgestellt. Dementsprechend enthielten diese Weine mehr Milchsäure als die übrigen, aber durchaus nicht im Verhältnis des größeren Säurerückganges. Warum bei diesen Weinen der Säurerückgang größer war als bei den übrigen, hätte sich nur durch eine genauere Prüfung der ganzen Verhältnisse feststellen lassen, zu der jedoch keine Gelegenheit gegeben war. Bemerkt sei noch, daß die drei Mittelheimer Weine *einem* Keller entstammen. Es ist sehr wahrscheinlich, daß die Temperatur, bei der die Weine gelagert wurden, von großem Einfluß auf den Verlauf des Säureabbaues ist.

Die Rotweine des Jahres 1903 bieten bezüglich des Säurerückganges kein einheitliches Bild. In der Regel findet bei den Rotweinen ein sehr starker Säurerückgang und dementsprechend eine beträchtliche Milchsäurebildung statt, wie das ja auch hier bei den beiden Aßmannshäuser Rotweinen (Nr. 52 und 53 der Tabelle III) zu beobachten ist. Der Ahrweiler Nr. 55 und der Mayschosser Nr. 56 zeigen dagegen bei starker Säureverminderung nur wenig Milchsäure. Der Ahrweiler Rotwein Nr. 54 bietet ein ähnliches Bild wie die Weißweine: der Säurerückgang ist schwach, und die Milchsäurebildung gering.

Die Frage des Säurerückganges und seiner Beziehungen zur Milchsäurebildung ist noch keineswegs geklärt. Soviel weiß man jedoch jetzt mit Sicherheit, daß es sich dabei um höchst verwickelte Vorgänge chemischer Natur handelt, die durch Mikroorganismen bedingt sind und je nach den Umständen und Verhältnissen in ver-

schiedenem Sinne verlaufen können. So einfach, wie man sich nach den Veröffentlichungen von W. Seifert den Vorgang des Säurerückganges zuerst dachte, ist er jedenfalls nicht. Es sei z. B. darauf hingewiesen, daß wir in zahlreichen Fällen ein starkes Verschwinden der Milchsäure aus dem Weine beim Lagern feststellen konnten.

2. Bayern.

A. Unterfranken und Aschaffenburg.

Bericht der landwirtschaftlichen Kreisversuchsstation Würzburg.
Direktor **Dr. Th. Omeis.**

A. Allgemeines.

Über den Charakter des Jahrganges 1903, sowie über den Ausfall der Ernte wurde bereits bei der Moststatistik für 1903, welche in den „Arbeiten des Kaiserlichen Gesundheitsamtes, Band XXII, Heft 1, 1904 publiziert ist, berichtet, so daß an dieser Stelle lediglich auf dieselbe verwiesen werden kann.

Der 1903er Frankenmost entwickelte sich im allgemeinen zu einem kräftigen Wein mit nicht hervorstechender Säure, so daß auch Freunde eines milden Weines unter den 1903er Frankenweinen reiche Auswahl finden; ursprünglich stark saure Moste haben vielfach während der Lagerung im ersten Jahre wesentlich an Säure verloren, so daß auch diese Moste einen brauchbaren Wein lieferten. Da wo die Trauben sehr spät, im überreifen Zustande geerntet wurden oder wo viele faule Trauben mit in die Maische gelangten, zeigten die aus diesen Mosten gewonnenen Jungweine, sofern dieselben nicht in besonderer Weise — zweckentsprechendes stärkeres Schwefeln — bei dem 1. Abstiche behandelt wurden, naturgemäß die Erscheinung des Braunwerdens, welches allerdings, weil vorzugsweise in guten Jahren auftretend, von den Winzern als ein gutes Zeichen hinsichtlich der Qualität ihres Weines betrachtet wird.

Die Maximal- und Minimalgehalte der zur Untersuchung gelangten Jungweine (nach ca. 3/4 jährigem Lagern) an den wichtigsten Bestandteilen waren folgende (Tabelle I):

	Maximum	Minimum
Alkohol	9,27 %	4,59 %
Extrakt	3,08 „	1,70 „
Freie Säuren	0,917 „	0,503 „
Mineralstoffe	0,256 „	0,111 „
Extrakt minus Gesamt-Säure	2,364 „	0,94 „
Extrakt minus nichtflüchtige Säure	2,406 „	0,99 „

Kein Wein befand sich somit hinsichtlich des Extraktgehaltes unter den vom Bundesrate für gezuckerte Weine festgesetzten Grenzen: 1,6 % für Weißweine, 1,7 % für Rotweine; der zur Untersuchung gelangte, aus Portugieser-Trauben hergestellte Rotwein zeigte den normalen Extraktgehalt von 2,296 % (Nr. 10).

Weine des

Tabelle

Laufende Nr.	Gemarkung und Lage	Bodenart und Düngung	Traubensorte	Beobachtete Krankheiten u. Schädlinge. Mittel, die dagegen angewendet wurden	Zeit der Lese und Beschaffenheit der Trauben (Art der Fäule)	Klimatische Verhältnisse, die etwa auf die Trauben besonders eingewirkt haben	Zeitpunkt der Untersuchung 1904
1	Würzburg, Stein	Schwer. Kalkboden, alle 3 Jahre Stalldünger	Riesling	Keine. Mit Kupfer-Kalkbrühe 2 mal gespritzt	4. November, teilweise Edelfäule	—	Juni
2	„ „	„	Gemischt (Sylvaner, Elbling) usw.	„	„	—	„
3	„ Leisten	„	Riesling	„	9. November	—	„
4	Würzburg, Innere Leisten	„	Gemischt	„	9. „	—	„
5	Würzburg, Harfe	Schwer. Kalkboden, 1897 Stalldünger	„	„	12. „ Sauerfäule	—	„
6	„ Abtsleite	Schwer. Kalkboden, 1898 Stalldünger	„	„	2. November Sauerfäule	—	„
7	„ Neuberg	Mittelsch. Kalkbod., mit 1 Ctr. schwefelsaurem Ammoniak pro 20 Ar gedüngt	Gemischt (Bouquettraube, Elbling, Sylvaner u. a.)	„	16. Oktober	—	4. Aug.
8	„ Schloßberg	Schwer. Kalkboden, alle 3 Jahre Stalldünger	Gemischt (Sylvaner, Elbling u. a.)	„	11. u. 12. November	—	Juni
9	„ Lindlesberg	Mittelschwer. Kalkboden, 1900/1 Stalldünger	„	„	8. Nov., Sauerfäule	—	„
10	Würzburg, Roßberg und Lindlesberg	Teils schwerer, teils mittelschwer. Kalkboden, 1900/1 Stalldünger	Portugieser	Keine. 2 mal mit Kupferbrühe gespr.	Oktober	—	„
11	Randersacker, Pfülben	Schwer. Kalkboden, 1900 Stalldünger	Gemischt (vorw. Elbling, ferner Sylvaner)	„	29. Okt., Edelfäule	—	„
12	Randersacker, Hint. Hohburg	Schwer. Kalkboden, teilw. Stalldünger, teilw. Kunstdünger	Sylvaner	„	27. „ Trockenfäule	—	5. Aug.
13	Escherndorf, Dallmus	Schwer. Kalkboden, vor ca. 4 Jahren Stalldünger	„	„	Mitte Oktober, viel Edelfäule	—	Juni
14	„ In der Ebene	Kalkboden (lehmig), vor 5 J. Stalldünger	Elbling, Sylvaner, etwas Muscateller	„	„	—	„
15	Sommerach, Katzenkopf	Kalkboden (lehmig), $1/2$ Stalldünger, $1/2$ Peruguano	Gemischt	„	26. Oktober, viel Edelfäule	—	„
16	Sommerach, Berg	Schwer. Kalkboden, $1/2$ Stalldünger, $1/2$ Peruguano	„	„	„	—	„
17	„ Mangold	Mittelschwer. Kalkboden, $1/2$ Stalldüng., $1/2$ Peruguano	„	„	„	—	„

Bemerk.: [1]) Phosphorsäure 0,032. [2]) Phosphorsäure 0,016. [3]) Phosphorsäure 0,0227, Schwefelsäure 0,0132. [4]) Phosphorsäure 0,046.

Jahres 1903.

I.

Farbe des Weines	Spezifisches Gewicht	In 100 ccm sind enthalten g:																Alkali der Asche in ccm N.-Lauge	Verhältnis von Alkohol zu Glyzerin = 100:	Säurerest nach Möslinger
		Alkohol	Extrakt	Freie Säuren (Gesamtsäure)	Milchsäure	Flüchtige Säuren	Nichtflüchtige Säuren	Glyzerin	Zucker	Gesamtweinsteinsäure	Freie Weinsteinsäure	Weinstein	Weinsteinsäure an alkalische Erden gebunden	Extrakt nach Abzug der 0,1 g übersteigenden Zuckermenge	Extrakt nach Abzug der 0,1 g übersteigenden Zuckermenge u. der nichtflüchtigen Säuren	Extrakt nach Abzug der 0,1 g übersteigenden Zuckermenge u. der Gesamtsäure	Mineralbestandteile			
weiß	0,9948	8,70	2,386	0,692	—	0,045	0,636	—	⟨0,1	0,226	0,133	—	—	2,386	1,750	1,694	0,167	0,63	—	0,457
"	0,9975	8,42	2,992	0,651	—	0,052	0,586	—	⟨0,1	0,081	0	—	—	2,992	2,406	2,341	0,256	1,42	—	0,546
"	0,9965	8,93	2,718	0,763	0,191	0,052	0,698	0,900	⟨0,1	0,184	0,116	—	—	2,718	2,020	1,955	0,219	0,45	10,0	[1]) 0,600
"	0,9966	8,28	2,706	0,728	—	0,047	0,668	—	⟨0,1	0,179	0,051	—	—	2,706	2,038	1,978	0,222	0,84	—	0,553
"	0,9983	7,33	2,800	0,720	—	0,054	0,652	—	⟨0,1	0,172	0	—	—	2,800	2,148	2,080	0,204	1,28	—	0,566
"	0,9945	9,27	2,837	0,750	—	—	—	—	⟨0,1	0,118	0	—	—	2,837	—	2,087	0,204	1,48	—	—
"	0,9969	7,73	2,610	0,917	0,146	0,059	0,828	0,810	⟨0,1	0,275	0,037	0,142	0,219	2,610	1,782	1,693	0,220	1,65	10,48	[2]) 0,672
"	0,9970	8,00	2,688	0,728	—	0,049	0,665	—	⟨0,1	0,140	0	—	—	2,688	2,023	1,960	0,252	1,67	—	0,595
"	0,9977	6,34	2,022	0,690	—	0,057	0,618	—	⟨0,1	0,238	0,058	—	—	2,022	1,404	1,332	0,168	1,2	—	0,470
rot	0,9983	6,21	2,296	0,636	—	0,060	0,561	—	⟨0,1	0,190	0	—	—	2,296	1,735	1,660	0,240	1,92	—	0,466
weiß	0,9948	8,91	2,588	0,654	—	0,067	0,562	—	⟨0,1	0,124	0	—	—	2,588	2,026	1,934	0,194	1,24	—	0,500
"	0,9961	8,42	2,776	0,586	0,318	0,057	0,514	0,874	⟨0,1	0,157	0	—	—	2,776	2,262	2,190	0,225	1,96	10,38	[3]) 0,436
"	0,9960	8,56	2,896	0,726	—	0,043	0,672	—	⟨0,1	0,109	0	—	—	2,896	2,224	2,170	0,198	1,74	—	0,618
"	0,9993	6,86	3,083	0,793	0,356	0,059	0,719	0,90	⟨0,1	0,167	0,007	0,086	0,125	3,083	2,364	2,290	0,222	1,06	13,1	[4]) 0,632
"	0,9961	6,79	2,147	0,574	0,387	0,047	0,514	0,662	⟨0,1	0,146	0	—	—	2,147	1,633	1,573	0,211	1,80	9,75	[5]) 0,441
"	0,9974	6,21	2,046	0,627	—	0,047	0,568	—	⟨0,1	0,161	0	—	—	2,046	1,478	1,419	0,210	1,85	—	0,488
"	0,9971	6,21	2,026	0,597	—	0,040	0,547	—	⟨0,1	0,167	0	—	—	2,026	1,479	1,429	0,214	1,87	—	0,464

[5]) Phosphorsäure 0,035.

Laufende Nr.	Gemarkung und Lage	Bodenart und Düngung	Traubensorte	Beobachtete Krankheiten u. Schädlinge. Mittel, die dagegen angewendet wurden	Zeit der Lese und Beschaffenheit der Trauben (Art der Fäule)	Klimatische Verhältnisse, die etwa auf die Trauben besonders eingewirkt haben	Zeitpunkt der Untersuchung 1904
18	Rödelsee, Schwanenleite	Schwer. Kalkboden, 1903 Stalldünger	Gemischt, vorwieg. Sylvaner	Keine. Mit Kupferbrühe 2 mal gespritzt	30. Oktober	—	Juni
19	Iphofen, Berg	Kalkhaltig. schwer. Boden, 1903 Stalldünger	"	"	3. November	—	"
20	Homburg, Kallmuth	Kalkboden, lehmig, Stalldünger	Sylvaner u. Elbling	Desgl. und gegen Oïd. geschw.	27. Oktober	—	"
21	Kreuzwertheim, Oberrot	Buntsandstein, Stalldünger	Burgunder usw.	"	—	—	"
22	Bronnbach, Kemmelrain	Kalkboden, Stalldünger	Gutedel u. Elbling	"	26. Oktober	—	"
23	Klingenberg	Buntsandsteinformation	Burgunder	Mit Kupferbrühe gespr.	—	—	"
24	Hörstein	Gneis, alle 3 Jahre Stalldünger	"	"	—	—	"
25	Zell, Oberzeller Berg	Kalkhaltig. schwer. Boden, 1900 Stalldünger	Gemischt (Elbling, Sylvaner u. a.)	"	6. November	—	"
26	Retzstadt, Berten	Kalkboden, steinig, vor 5 J. Stalldünger	Elbling	"	22. Oktober	—	4. Aug.
27	Retzbach, verschied. Lagen (erste Qualität)	Kalkboden (lehmig)	Gemischt (Elbling, Sylvaner u. a.)	"	21. "	—	Juni
28	Retzbach, verschied. Lagen (zweit. Qualität)	" "	"	"	21. "	—	"

Bemerk.: [1]) Phosphorsäure 0,039. [2]) Phosphorsäure 0,010, Schwefelsäure 0,0068.

Hinsichtlich des Extraktrestes befinden sich drei Weine (Nr. 26, 27 und 28) unter der vom Bundesrate für gezuckerte Weißweine aufgestellten Grenze; einer von diesen Weinen (Nr. 27) zeigte gleichzeitig auch den geringen Mineralstoffgehalt von 0,111 %.

B. Über die Erscheinung des abnorm geringen Mineralstoffgehaltes der Weine.

Seit einer Reihe von Jahren beobachtete Berichterstatter, daß einige Gemarkungen des fränkischen Weinbaugebietes Weine liefern, welche häufig einen abnorm geringen Aschengehalt (unter 0,13 %) zeigen. Um mehr Klarheit in dieser Frage zu bekommen, läßt Berichterstatter von nun an alljährlich aus den für den vorliegenden Zweck ausgewählten Weinbergen der genannten Gemarkungen — stets an der gleichen Stelle derselben — sowohl von Sylvaner- als auch von Elbling-Rebstöcken Trauben entnehmen, welche in der Versuchsstation gekeltert werden; nach vollständiger Vergärung und Klärung der Moste werden dieselben — als Jungweine — auf ihren Mineralstoffgehalt untersucht. Das Ergebnis dieser Untersuchungen pro 1903 war:

Farbe des Weines	Spezifisches Gewicht	In 100 ccm sind enthalten g:																	Alkali der Asche in ccm N.-Lauge	Verhältnis von Alkohol zu Glyzerin = 100 :	Säurerest nach Möslinger
		Alkohol	Extrakt	Freie Säuren (Gesamtsäure)	Milchsäure	Flüchtige Säuren	Nichtflüchtige Säuren	Glyzerin	Zucker	Gesamtweinsteinsäure	Freie Weinsteinsäure	Weinstein	Weinsteinsäure an alkalische Erden gebunden	Extrakt nach Abzug der 0,1 g übersteigenden Zuckermenge	Extrakt nach Abzug der 0,1 g übersteigenden Zuckermenge u. der nichtflüchtigen Säuren	Extrakt nach Abzug der 0,1 g übersteigenden Zuckermenge u. der Gesamtsäure	Mineralbestandteile			
weiß	0,9953	8,07	2,322	0,654	—	0,060	0,578	—	⟨0,1	0,154	0	—	—	2,322	1,744	1,668	0,224	1,60	—	0,501
„	0,9947	9,18	2,580	0,690	—	0,048	0,630	—	⟨0,1	0,169	0	—	—	2,580	1,950	1,890	0,232	2,16	—	0,546
„	0,9948	7,87	2,165	0,520	0,360	0,052	0,455	0,710	⟨0,1	0,140	0	—	—	2,165	1,710	1,645	0,243	1,48	9,02	0,385
rot	0,9971	7,33	2,306	0,508	—	0,057	0,432	—	⟨0,1	0,184	0	—	—	2,306	1,874	1,808	0,212	1,44	—	0,340
weiß	0,9952	7,19	1,894	0,568	—	0,045	0,512	—	⟨0,1	0,161	0	—	—	1,894	1,882	1,326	0,196	1,65	—	0,432
rot	0,9982	6,47	2,514	0,574	0,254	0,088	0,464	0,750	⟨0,1	0,164	0	—	—	2,514	2,050	1,940	0,252	1,99	11,7	[1] 0,382
weiß	0,9995	7,39	2,944	0,751	—	0,071	0,662	—	⟨0,1	0,185	0,075	—	—	2,944	2,282	2,198	0,256	0,73	—	0,532
„	0,9970	6,93	2,300	0,654	—	0,048	0,594	—	⟨0,1	0,247	0,019	—	—	2,300	1,706	1,646	0,186	1,52	—	0,461
„	0,9975	5,26	1,703	0,692	0,360	0,048	0,632	0,526	⟨0,1	0,288	0	—	—	1,703	1,071	1,011	0,168	2,0	10	[2] 0,488
„	0,9964	6,34	1,796	0,769	—	0,040	0,719	—	⟨0,1	0,341	0,161	—	—	1,796	1,077	1,027	0,111	1,20	—	0,468
„	0,9980	5,32	1,732	0,793	—	0,038	0,744	—	⟨0,1	0,324	0,122	—	—	1,732	0,990	0,941	0,147	1,34	—	0,521

a) Gemarkung Himmelstadt, Lage „An der Kalter", Traubensorte: Sylvaner.
Als Most, unvergoren: 70,9° Öchsle; 0,882 % Säure; 0,234 % Mineralstoffe.
Als Jungwein (18. 1. 1904): 7,26 % Alkohol; 2,08 % Extrakt; 0,751 % Säure; **0,121** % Mineralstoffe.

b) Gemarkung Himmelstadt, Lage „An der Kalter", Traubensorte: Elbling.
Als Most, unvergoren: 54,6° Öchsle; 1,11 % Säure; 0,196 % Mineralstoffe.
Als Jungwein (18. 1. 1904): 5,32 % Alkohol; 1,93 % Extrakt; 0,988 % Säure; **0,125** % Mineralstoffe.

Der Weinbergsboden, auf welchem diese beiden Weine gewachsen sind, ist ein mittelschwerer Kalkboden mit nachstehendem Gehalte an Pflanzennährstoffen:

Kohlensaurer Kalk	13,82 %	
Phosphorsäure	0,128 „	heißer 10 % iger Salzsäureauszug
Kali	0,362 „	
Stickstoff	0,112 „	

c) Gemarkung Retzstadt, Lage Beeten, Traubensorte: Sylvaner.
Als Most, unvergoren: 71,7° Öchsle; 1,17 % Säure; 0,254 % Mineralstoffe.
Als Jungwein (18. 1. 1904): 6,93 % Alkohol; 2,264 % Extrakt; 1,04 % Säure; 0,150 % Mineralstoffe.

d) Gemarkung Retzstadt, Lage Beeten, Traubensorte: Elbling.
Als Most, unvergoren: 58,2° Öchsle; 1,25 % Säure; 0,276 % Mineralstoffe.
Als Jungwein (4. 8. 1904): 5,26 % Alkohol: 1,70 % Extrakt; 0,692 % Säure; 0,168 % Mineralstoffe.

Der Weinbergsboden, auf dem diese beiden Retzstadter Weine gewachsen sind, ist ein steiniger Kalkboden mit nachstehendem Gehalte an Pflanzennährstoffen:

Kohlensaurer Kalk	33,74 %	
Phosphorsäure	0,108 „	heißer 10 %iger Salzsäure-auszug. 3 mm Sieb.
Kali	0,227 „	
Stickstoff	0,106 „	

Nach den bis jetzt gemachten Beobachtungen kann die Erscheinung der Aschenarmut gewisser Weine weder lediglich auf Mangel an Pflanzennährstoffen im Boden — der Himmelstädter Weinberg kann nicht als nährstoffarm bezeichnet werden — noch lediglich etwa auf hohes Alter der Reben — ein in der Gemarkung Retzbach, bei welcher in früheren Jahren gleichfalls Aschenarmut der Weine beobachtet wurde, gewachsener Elbling-Wein aus einem alten Weinberge zeigte als Jungwein (8. 1. 1904): 0,152 % Mineralstoffe — begründet werden, so daß die Hauptursache der Aschenarmut vielleicht eine Folge großer Trockenheit des Bodens sein dürfte; alsdann wäre die Erscheinung der Aschenarmut abhängig teils von der Witterung, teils von der physikalischen Beschaffenheit des Bodens (wasserhaltende Kraft desselben).

Dieser Frage wird in den folgenden Jahren weitere Beachtung zugewendet werden.

C. Studien über die Entwickelung der Weine während der Lagerung.

Um die Entwickelung fränkischer Weine beim Lagern im Keller in den ersten zwei Jahren zu studieren, lagerte Berichterstatter drei Weine im Keller der Versuchsstation ein, und zwar: I. Sylvaner-Most aus der Gemarkung Randersacker, Lage Hint. Hohbug; Weinberg der Versuchsstation. II. Elbling-Most aus der Gemarkung Retzstadt, Lage Beeten; die Trauben wurden im Beisein eines Beamten der Versuchs-Station geerntet. III. Most aus verschiedenen Traubensorten (Bouquet-Traube, Elbling, Sylvaner); Gemarkung Würzburg, Lage Neuberg; Weinberg der Versuchsstation.

Die Fässer, in welche die Moste I und II eingefüllt wurden, hatten einen Rauminhalt von ca. $2^1/_2$ Hektoliter; bei dem ersten Abstiche wurden die Jungweine in Fässer von ca. $2^1/_5$ Hektoliter Inhalt umgefüllt, bei dem zweiten Abstiche alsdann in ein Faß von ca. 2 Hektoliter Inhalt; die beim Abstiche erhaltenen Weinreste wurden in Glasflaschen gebracht, um zum späteren Nachfüllen der Fässer mit gleichem Weine zu dienen. Nur Most III wurde in ein wesentlich kleineres Faß (ca. 1 Hektoliter) gefüllt und absichtlich nicht ganz spundvoll gehalten, um auch derartigen Verhältnissen, die ja mitunter in der Praxis vorkommen, Rechnung zu tragen.

Von diesen Versuchsmosten wurden unmittelbar nach dem Pressen (als süßer, unvergorener Most), ferner am 8. November 1903, am 7. und 28. Dezember 1903, am 4. August 1904, sowie am 28. Dezember 1904 Proben entnommen und untersucht. Die Untersuchungsresultate sind in der Tabelle II niedergelegt.

Von besonderem Interesse war es, die Veränderungen des Weines hinsichtlich des Säuregehaltes kennen zu lernen, und seien im nachfolgenden die diesbezüglichen Ergebnisse zusammengefaßt:

Die während der Gärung und in den ersten Monaten der Lagerung erfolgende Säureverminderung betrug 0,1 bis 0,2 %; hierbei spielte naturgemäß die Temperatur des Kellers eine gewisse Rolle, da ja der Löslichkeitsgrad des Weinsteines außer von dem Gehalte an Alkohol auch von der Temperatur der Flüssigkeit abhängig ist. Während der kalten Wintermonate wurde eine für den Geschmack in Betracht kommende weitergehende Säureverminderung nicht beobachtet; erst in den wärmeren Frühjahrsmonaten begann bei den Weinen Nr. I und II ein weiterer Säurerückgang, welcher zur Zeit der Untersuchung im Sommer bei Wein I Sylvaner: 0,31 % und bei Wein II Elbling: 0,558 % betrug, während bei Wein III an diesem Zeitpunkte, also $^3/_4$ Jahr nach der Einkelterung, erst eine Säureverminderung von nur 0,109 %, also wenig mehr als 8 Wochen nach dem Keltern konstatiert wurde. Entsprechend dem geringeren Säureabbau bei Wein III war auch die Milchsäurebildung bei demselben eine relativ geringe; während sich in den Weinen I und II im Sommer 1904 bereits über 0,3 % Milchsäure — aus der Äpfelsäure infolge der Tätigkeit von säurezerstörenden Mikroorganismen — bildete, zeigte Wein III zu gleicher Zeit nur 0,146 % Milchsäure. Erst nach weiterem mehrmonatlichen Lagern stellte sich auch bei Wein III ein beträchtlicherer Säureabbau ein mit gleichzeitig vermehrter Milchsäurebildung, so daß derselbe Ende des Jahres 1904 eine Gesamtsäureverminderung um ca. 0,3 % zeigte; gleichzeitig stellte sich der Milchsäuregehalt nunmehr gleichfalls auf 0,32 %. Eine weitere Vermehrung des Milchsäuregehaltes bei den Weinen I und II fand nach dem Sommer nicht mehr statt; offenbar steht diese Erscheinung in unmittelbarem Zusammenhange mit der Tatsache, daß auch eine weitere Gesamtsäureverminderung bei diesen beiden Weinen nach dem Sommer 1904 nicht mehr beobachtet worden ist.

Die Ursache des verschiedenen Verhaltens des Weines III einerseits und der Weine I und II anderseits bezüglich der Intensität des Säurerückganges liegt vielleicht in dem verschieden starken Grade des Schwefelns, welche Manipulation bei dem Weine III zur Sicherung der Haltbarkeit desselben in etwas gesteigertem Maße ausgeführt wurde.

Weitere Versuche zur Klärung dieser Frage sind bereits eingeleitet.

D: Über die Zusammensetzung von Trester- und Petiotisiertem Wein.

Wenn auch durch das neue Weingesetz die gewerbsmäßige Herstellung und der Verkauf von Trester- und Petiotisiertem Wein verboten ist, so spielen diese Halbweine doch immer noch vielfach eine Rolle bei der Weinverfälschung. Es ist daher für den Önochemiker notwendig, auch über die Zusammensetzung dieser Artefacta hinreichend orientiert zu sein. Im nachstehenden soll daher ein Beitrag nach dieser Richtung hin gegeben werden.

Tabelle
Weine des

Laufende Nr.	Gemarkung und Lage	Bodenart und Düngung	Traubensorte	Beobachtete Krankheiten und Schädlinge. Mittel, die dagegen angewendet wurden	Zeit der Lese und Beschaffenheit der Trauben (Art der Fäule)	Faßinhalt	Zeitpunkt der Untersuchung 1903/04
I.	Randersacker, Hint. Hohburg	Schwerer Kalkboden, 1899 Stalldünger, 1903 teilw. Stalldünger, teilw. Kunstdünger	Sylvaner	Keine. Mit $^1/_2$ %iger Kupfer-Sodabrühe 2 mal gespritzt	27. Okt. Teilweise Edelfäule	Lagerfaß: 2 hl spundvoll gehalten	Als süßer Most 27. Okt. 1903 Am 8. Nov. 1903 Am 7. Dez. 1903 Am 4. Aug. 1904 Am 28. Dez. 1904
II.	Retzstadt, Beeten	Kalkhaltiger, steiniger Boden, mittelschwer, vor 5 Jahren Stalldünger	Elbling	Keine. Mit Kupferbrühe gespritzt	22. Okt.	Lagerfaß: 2 hl spundvoll gehalten	Als süßer Most 22. Okt. 1903 Am 8. Nov. 1903 Am 7. Dez. 1903 Am 28. Dez. 1903 Am 4. Aug. 1904 Am 28. Dez. 1904
III.	Würzburg, Neuberg	Kalkhaltiger, mittelschwerer Boden, gedüngt mit schwefelsaurem Ammoniak (1 Ztr. auf 100 Ar)	Gemischt (Bouquettraube, Sylv., Traminer, Elbling u. a.)	Keine. Mit Kupferbrühe 2 mal gespritzt	16. Okt.	Lagerfaß: 1 hl Nicht spundvoll gehalten	Als süßer Most 16. Okt. 1903 Am 8. Nov. 1903 Am 7. Dez. 1903 Am 4. Aug. 1904 Am 28. Dez. 1904

Bemerk.: [1]) Phosphorsäure 0,0277, Schwefelsäure 0,0132. [2]) Schwefelsäure 0,0152. [3]) Phosphorsäure 0,010, Schwefelsäure 0,0068

a) Tresterwein.

Darstellung: Die Trester von 2 Hektoliter Sylvaner-Wein (Lage Hohbug) wurden mit 2 Hektoliter Wasser überschüttet; die Maische wurde einige Tage unter häufigem Umrühren stehen gelassen.

Der Tresteraufguß zeigte unmittelbar nach dem Pressen 0,315 % Säure, am 7. Dezember 1903 gleichfalls 0,315 % Säure. Nach ca. $^3/_4$ jährigem Lagern zeigte der Tresterwein folgende Zusammensetzung:

II.

Jahres 1903.

Farbe des Weines	Spezifisches Gewicht	In 100 ccm sind enthalten g																Alkali der Asche in ccm N.-Lauge	Verhältnis von Alkohol zu Glyzerin = 100:	Säurerest nach Möslinger
		Alkohol	Extrakt	Freie Säuren (Gesamtsäure)	Milchsäure	Flüchtige Säuren	Nichtflüchtige Säuren	Glyzerin	Zucker	Gesamtweinsteinsäure	Freie Weinsteinsäure	Weinstein	Weinsteinsäure an alkalische Erden gebunden	Extrakt: nach Abzug der 0,1 g übersteigenden Zuckermenge	Extrakt: nach Abzug der 0,1 g übersteigenden Zuckermenge u. der nichtflüchtigen Säuren	Extrakt: nach Abzug der 0,1 g übersteigenden Zuckermenge und der Gesamtsäure	Mineralbestandteile			
weiß	1,0858	—	—	0,897	0,056	—	—	—	18,16 (direkt) + 0,52 (ber. vergoren) 18,68	—	—	—	—	—	—	—	0,376	—	—	—
	—	—	—	0,750	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	0,702	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	0,9961	8,42	2,776	0,586	0,318	0,057	0,514	0,874	⟨ 0,1	0,157	0	—	0	2,776	2,262	2,190	0,225	1,96	10,38	0,436 [1]
	0,9961	8,42	2,800	0,624	0,313	0,060	0,548	—	⟨ 0,1	0,154	0	0,188	0,005	2,800	2,252	2,176	0,218	2,0	—	0,472 [2]
weiß	1,0582	—	—	1,250	0,035	—	—	—	9,95 (direkt) + 1,80 (ber. vergoren) 11,75	—	—	—	—	—	—	—	0,276	—	—	—
	—	—	—	1,094	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	1,056	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	1,044	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	0,9975	5,26	1,703	0,692	0,360	0,048	0,632	0,526	⟨ 0,1	0,288	0	—	—	1,703	1,071	1,011	0,168	2,0	10	0,488 [3]
	0,9975	5,32	1,720	0,726	0,333	0,055	0,651	—	⟨ 0,1	0,292	0	0,225	0,141	1,720	1,069	0,994	0,160	2,04	—	0,511 [4]
weiß	1,0796	—	—	1,026	0,067	—	—	—	17,94 (direkt) + 0,32 (ber. vergoren) 18,26	—	—	—	—	—	—	—	0,366	—	—	—
	—	—	—	0,957	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	0,926	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	0,9969	7,73	2,610	0,917	0,146	0,059	0,828	0,810	⟨ 0,1	0,275	0,037	0,142	0,219	2,610	1,782	1,693	0,220	1,65	10,48	0,672 [5]
	0,9963	7,80	2,380	0,786	0,320	0,100	0,660	—	⟨ 0,1	0,256	0,034	0,090	0,231	2,380	1,720	1,594	0,212	1,48	—	0,549 [6]

[4]) Schwefelsäure 0,0145. [5]) Phosphorsäure 0,016. [6]) Schwefelsäure 0,0141.

Spezifisches Gewicht	1,0021
Alkohol	1,55 %
Extrakt	1,109 „
Zucker	⟨ 0,1 „
Mineralstoffe	0,275 „
Freie Säuren	0,331 „
Milchsäure	0,029 „
Extrakt weniger freie Säuren	0,778 „

Der Tresterwein trägt die typischen Zeichen dieser Art Halbweine: Geringer Alkohol-, Extrakt- und Säuregehalt einerseits, relativ hoher Aschengehalt anderseits. Der Milchsäuregehalt ist ein geringer, was seine Ursache wohl darin hat, daß die Tresterweine relativ geringere Mengen Äpfelsäure enthalten, welch letztere aber die Substanz ist, aus welcher sich die Milchsäure im Weine bildet.

b) Petiotisierter Wein.

Darstellung: 30 Kilo Sylvaner-Trester wurden mit 105 Liter Wasser überschüttet und dazu 20 Kilo Rohrzucker gegeben; die Maische wurde einige Tage unter häufigem Umrühren stehen gelassen; alsdann folgte die Kelterung.

Der noch süße Aufguß enthielt unmittelbar nach dem Pressen: 0,510 % Säure; am 7. Dezember 1903: 0,516 % Säure. Nach ca. $^3/_4$jährigem Lagern zeigte der petiotisierte Wein folgende Zusammensetzung:

Spezifisches Gewicht	0,9940
Alkohol	7,46 %
Extrakt	1,786 „
Zucker	$<$ 0,1 „
Mineralstoffe	0,206 „
Glyzerin	0,761 „
Phosphorsäure	0,0044 „
Freie Säuren	0,556 „
Flüchtige Säure	0,078 „
Nichtflüchtige Säure	0,452 „
Milchsäure	0,089 „
Gesamt-Weinsäure	0,129 „
Freie Weinsäure	0
Alkalinität der Asche	1,30 ccm Normallauge
Extrakt weniger Gesamtsäure	1,230 %
Extrakt weniger nichtflüchtige Säure	1,334 „
Alkohol-Glyzerin-Verhältnis	100 : 10,2
Säurerest nach Möslinger	0,388 %.

Abgesehen von dem niedrigen Phosphorsäure- und Milchsäuregehalte zeigt der petiotisierte Wein die gleiche Zusammensetzung, wie sie bei Naturweinen beobachtet wird.

B. Pfalz.

Bericht der landwirtschaftlichen Kreisversuchsstation Speyer.

Prof. Dr. **Halenke.**

Erläuterungen.

1. Zur Probeentnahme. Bis zu der in dem vorstehenden Berichte behandelten Untersuchungsperiode wurden die Most- und Weinproben im amtlichen Auftrage von den Bürgermeisterämtern erhoben und eingesendet. Diese Art der Probenerhebung

war weder eine den statistischen Zwecken völlig entsprechende, noch, trotz der amtlichen Behandlung, in allen Fällen unbedingt zuverlässige, und es kam der Fall vor, daß einmal ein Bürgermeisteramt in voller Kenntnis der Sachlage einen dick gezuckerten Wein bezw. Most als völlig unverändertes Naturprodukt eingesendet hatte. Dazu kam bei den Mostproben noch, daß die mit der Einsendung der Proben betrauten Persönlichkeiten zur Zeit der Lese anderweitig stark in Anspruch genommen waren und der Entnahme und weiteren Behandlung der Proben nicht die im Interesse der Statistik erforderliche Sorgfalt und Aufmerksamkeit zuzuwenden vermochten. Was am meisten bei der Probenauswahl durch die Bürgermeisterämter zu beanstanden war, war der Umstand, daß die letzteren in einem verzeihlichen Gewannenpatriotismus immer ihre besten Sachen zur Geltung zu bringen und damit ihre Gemeinde in ein tunlichst günstiges Licht zu stellen versuchten, dasjenige Material aber, dessen Untersuchung für die Statistik wünschenswert erschien, in der Regel nicht zur Einsendung brachten. Ich hatte mich schon früher mit dem Gedanken getragen, die sämtlichen Proben, Most- wie Weinproben, durch das wissenschaftliche Hilfspersonal der Anstalt erheben zu lassen, da meines Erachtens nur unter Zuhilfenahme von Personen, die an den statistischen Bestrebungen ein berufliches Interesse haben und auch, wenn ich mich so ausdrücken darf, statistisch zu denken vermögen, ein für die Statistik brauchbares Material beschafft werden kann. Ich vermochte jedoch diese Absicht mangels an verfügbarem Personal bis heute noch nicht zu verwirklichen, bin aber inzwischen dem erstrebten Ziele, in gewisser Richtung wenigstens, schon etwas näher gekommen. Nachdem nämlich der Anstalt seit zwei Jahren für die Zwecke der Kellerkontrolle ein eigener, den Kreisen der Praxis entnommener Weinkontrolleur beigegeben ist, habe ich diesen für die Weinuntersuchungsperiode 1903/1904 und für die Mostperiode 1904 zur Entnahme der statistischen Proben verwendet. Wenn auch dadurch das Ideal der statistischen Probenentnahme, das, wie ich schon in früheren Berichten an die höchste Stelle eingehend ausgeführt habe, zu seiner Verwirklichung eine, lediglich für die Weinstatistik tätige und auf diesem Gebiete wohl unterrichtete, wissenschaftlich gebildete Hilfskraft erfordert, noch nicht erreicht ist, so bedeutet die jetzige Probenentnahme immerhin eine wesentliche Besserung gegenüber der früheren Betätigung derselben durch die Bürgermeisterämter. Störend und beschränkend für die Entnahme von Mostproben im Herbste muß die große räumliche Ausdehnung des pfälzischen Weinbaugebietes wirken, ebenso auch der Umstand, daß die „Weinlesen“ in den verschiedenen Gemarkungen zeitlich ziemlich nahe zusammenfallen, so daß es dem Weinkontrolleur schwer fällt, zum Teil auch ganz unmöglich ist, während dieser kurzen Zeit an den verschiedenen Punkten des pfälzischen Weinbaugebietes die wünschenswerte Anzahl von Proben zu erheben und für deren Verpackung und Einsendung an die Anstalt Sorge zu tragen. Angesichts dieser Schwierigkeit muß es anerkannt werden, daß durch die rastlose Tätigkeit des Weinkontrolleurs bei der Erfüllung der ihm gestellten Aufgabe für den Herbst 1904 die nicht unbeträchtliche Zahl von 190 Mostproben beschafft werden konnte, um so mehr, als der Weinkontrolleur gerade zu dieser Zeit seiner eigentlichen Aufgabe, der Kontrolle, eine besondere Aufmerksamkeit zuzuwenden hat.

Was die Art und Abstammung der zur Untersuchung gelangten Most- und Weinproben anbelangt, so nehmen, wie aus den anliegenden Tabellen ersichtlich ist, gewisse Gemarkungen der Pfalz einen quantitativ bevorzugten Platz ein. Es lag nahe, daß bei den Mosten wie bei den Weinen, unbeschadet der Aufgaben der Weinstatistik, aus praktischen Erwägungen den genannten Gemarkungen, deren Erzeugnisse im Naturzustande und im verbesserten Zustande für die Weinkontrolle ganz besonders in Betracht kommen, weshalb auch die nähere Kenntnis von der Beschaffenheit derselben von Wichtigkeit für uns ist, auch eine besondere Rücksicht zugewendet wurde und dementsprechend finden sich die Moste und Weine aus den mittleren und kleineren Lagen der in Rede stehenden Gemarkungen in den anliegenden Tabellen unverhältnismäßig stark vertreten.

Zum Schlusse möchte ich noch bemerken, daß es mir bisher leider nicht gelungen ist, die näheren Angaben über die Weine, für welche die Kolumnen 3 bis 7 des vorgeschriebenen Tabellenschemas bestimmt sind und welche für die Beurteilung der erhaltenen Zahlen zum Teil nicht unwichtig sind, zu gewinnen; hoffentlich werden zukünftige Recherchen in dieser Richtung von besserem Erfolge begleitet sein. Für die Moste des Herbstes 1904 bot die Gewinnung der näheren Angaben keine Schwierigkeiten und es finden sich diese Angaben in den beiliegenden Tabellen für die sämtlichen 190 untersuchten Mostproben. Ich möchte noch anführen, daß ich es im Interesse der Statistik grundsätzlich vermeide, Angaben über Most- und Weinproben, deren Richtigkeit und Glaubwürdigkeit nicht außer jedem Zweifel stehen, wiederzugeben, und daß ich in solch zweifelhaften Fällen von einer Wiedergabe lieber ganz Abstand nehme, als die Weinstatistik mit unbrauchbarem, unter Umständen sogar gefährlichem Ballast zu beschweren.

2. Weinproben. Wie aus den gewonnenen Zahlen hervorgeht, inwieweit Zahlen überhaupt für eine solche Beurteilung Verwendung finden können, kann der Jahrgang 1903/04 keinen Anspruch auf besondere Qualität erheben, dagegen bleibt er auch in dieser Richtung nicht hinter dem Mittel zurück, eine Beurteilung, die sich mit derjenigen der Praxis deckt. Ich bin selbstredend weit entfernt, zu glauben, daß das Ergebnis einer Untersuchung von 28 Weinen einen zulässigen Schluß auf die ganze Krescenz des Jahres 1903 in dem pfälzischen Weinbaugebiete gestattet, immerhin aber bieten die Untersuchungsergebnisse einen brauchbaren, schätzenswerten Anhaltspunkt für die Beurteilung von Naturweinen des Jahrgangs 1903, sowie für die Beurteilung der aus den letzteren im Sinne des § 2 des Weingesetzes hergestellten sog. verbesserten Produkten, namentlich aus gewissen Lagen, welche, wie ich schon bei dem Kapitel „Probenentnahme" bemerkt habe, von besonderer Bedeutung für die Durchführung der Weinkontrolle in der Pfalz sind. Wenn die Verwertbarkeit des gewonnenen Zahlenmaterials auch in der Hauptsache an ein bestimmtes Weinbaugebiet gebunden ist, so ist mit den Untersuchungen und den Resultaten aus demselben doch ein Teil der Aufgaben der Weinstatistik erfüllt. Ich bin überhaupt der Anschauung, daß man die aus den weinstatistischen Untersuchungen gezogenen Schlüsse nicht zu sehr verallgemeinern sollte, sondern daß man hierbei eine hervor-

ragende Rücksicht auf die Sonderverhältnisse der einzelnen Weinbaubezirke und wenn notwendig, sogar auf die einzelnen, durch die Lage, durch Bodenverhältnisse usw. unter sich wieder verschiedenen Unterabteilungen der den einzelnen Anstalten zur Beurteilung zugewiesenen Weinbaubezirke nehmen sollte. Ich muß offen gestehen, daß ein Blick auf meine Tabellen mir für die Durchführung der Weinkontrolle, bezw. für die sachverständige Beihilfe bei der Durchführung des Weingesetzes von größerem Wert ist, als das eingehende Studium der gesamten, nach gewissen Grundsätzen zusammengestellten weinstatistischen Arbeiten. Die Natur arbeitet nach eigenen, zuweilen recht sonderbaren Heften, und daß sich aus diesem Grunde die Weinstatistik nicht gut zentralisieren läßt, wie vielleicht eine Gewerbestatistik, eine Volkszählung oder eine Viehzählung, wurde von einsichtigen Vertretern unserer Wissenschaft schon längst eingesehen und diese Erkenntnis zeigt sich am besten in der Umwandlung der weinstatistischen Kommission, sowie in der Erweiterung der von der letzteren ursprünglich übernommenen Aufgaben. Mit dieser Erweiterung der Aufgaben treten aber an die einzelnen Mitglieder der Kommission Anforderungen heran, denen sie nach Organisation ihrer Anstalt und nach Lage der bestehenden Verhältnisse bezügl. der verfügbaren Hilfskräfte nicht immer gerecht zu werden vermögen. Ich wollte nicht unterlassen, diesen Punkt in dem vorstehenden Berichte zu erwähnen, weil die angedeuteten Verhältnisse besonders für unsere Anstalt zutreffen.

Was des weiteren die Ergebnisse der Weinuntersuchungen anbelangt, so habe ich es unterlassen, Mittelwerte für die hauptsächlichsten Weinbestandteile, wie Alkohol, Gesamtsäure, Extrakt usw. aus den erhaltenen einschlägigen Zahlen zu berechnen, weil ich eine eventuelle Verwertung solcher Durchschnittszahlen, hier schon mit Rücksicht auf das quantitativ unzureichende Zahlenmaterial, für nicht zulässig und für geeignet zur Erzeugung von Trugschlüssen halte. Wenn ich für den Extraktgehalt der Weine eine Ausnahme mache, so geschieht dies lediglich, um aus den vorliegenden Zahlen aufs neue den Beweis zu bringen, falls es eines solchen überhaupt noch bedarf, wie schwierig, ja geradezu unmöglich es für den Sachverständigen ist, bei Beurteilung von gezuckerten, oder richtiger gesagt, von im Sinne des § 2 des Weingesetzes verbesserten Weinen, die aus den Naturprodukten der gleichen Lage und des gleichen Jahrgangs hervorgegangen sind, den im § 2 des Gesetzes vom 24. Mai 1901 festgelegten Begriff des „Durchschnittsgehaltes usw." in bezug auf Extrakt, Säure und Mineralstoffe in Anwendung zu bringen. Man darf kühnlich behaupten, daß sich dieser Durchschnittsgehalt im Sinne des Gesetzes sowie in einer für die Durchführung des letzteren brauchbaren Weise überhaupt nicht festsetzen läßt und daß ein Eingehen des Sachverständigen auf diese nicht sehr glücklich gewählte Anforderung des Gesetzes unter völliger Außerachtlassung der durch die Bundesratsbekanntmachung vom 2. Juli 1901 festgesetzten Grenzwerte zu einer förmlichen Anarchie bei Beurteilung von gezuckerten Weinen im Sinne des § 2 des Weingesetzes, zum mindesten zu großen Willkürlichkeiten und Ungerechtigkeiten führen würde und müßte.

Weine des

Laufende Nr.	Gemarkung und Lage	Bodenart und Düngung	Traubensorte	Beobachtete Krankheiten und Schädlinge. Mittel, die dagegen angewendet wurden	Zeit der Lese und Beschaffenheit der Trauben (Art der Fäule)	Klimatische Verhältnisse, die etwa auf die Trauben besonders eingewirkt haben	Zeitpunkt der Untersuchung 1904	Farbe des Weines	Spezifisches Gewicht
1	Alsterweiler, Gewanne Heide u. Held	—	—	—	—	—	April	weiß	0,9995
2	Bayerfeld-Steckweiler	—	—	—	—	—	„	„	0,9964
3	Diedesfeld	—	—	—	—	—	„	„	0,9995
4	Diedesfeld, Gewanne Hartkopf und Zahnmorgen	—	—	—	—	—	„	„	0,9990
5	Diedesfeld, aus allen Lagen	—	Portugieser	—	—	—	„	„	0,9990
6	Diedesfeld	—	2/3 Malvasier 1/3 schwarzer Riesling	—	—	—	„	„	0,9969
7	Edenkoben	—	—	—	—	—	„	„	0,9975
8	Edesheim	—	—	—	—	—	„	„	0,9983
9	„	—	—	—	—	—	„	„	1,0003
10	„	—	—	—	—	—	„	„	—
11	Frankweiler, Böchingen	—	—	—	—	—	Mai	„	1,00028
12	Frankweiler, Ilbesheim	—	—	—	—	—	„	„	0,99968
13	Friedelsheim	—	—	—	—	—	„	„	0,9988
14	„	—	—	—	—	—	„	rot	1,0015
15	Gleisweiler	—	—	—	—	—	„	weiß	0,9994
16	„	—	—	—	—	—	„	„	1,0008
17	Herxheim a. Berg	Lehmboden halb Wollstaub, halb Stalldünger	—	—	—	—	März	„	0,9957
18	„	Kalksteinboden mit etwas Lehm, Stalldünger	—	—	—	—	„	„	0,9962
19	„	Tonboden mit Kies vermischt, Frischdüngung, 1903 Stalldünger	—	—	—	—	„	„	0,9959
20	Kallstadt	—	Portugieser	—	—	—	„	rot	0,9988
21	„	schwerer kiesiger Boden	—	—	—	—	„	weiß	0,9979
22	„	roter Lehmboden schwerer Beschaffenheit	—	—	—	—	„	„	0,9949
23	Maikammer	—	—	—	—	—	„	„	1,0005
24	„	—	—	—	—	—	„	„	1,0012
25	Rhodt	—	—	—	—	—	„	„	0,9975
26	„	—	—	—	—	—	„	„	1,0005
27	Steingraben	—	—	—	—	—	„	„	0,9969
28	Dielkirchen	—	—	—	—	—	„	„	0,9968

Jahres 1903.

In 100 ccm sind enthalten g:																		Verhältnis von Alkohol zu Glyzerin = 100:	Säurerest nach Möslinger
												Extrakt							
Alkohol	Extrakt	Freie Säuren (Gesamtsäure)	Milchsäure	Flüchtige Säuren	Nichtflüchtige Säuren	Glyzerin	Zucker	Gesamt-Weinsteinsäure	Freie Weinsteinsäure	Weinstein	Weinsteinsäure an alkalische Erden gebunden	nach Abzug der 0,1 g übersteigenden Zuckermenge	nach Abzug der 0,1 g übersteigenden Zuckermenge und der nichtflüchtigen Säuren	nach Abzug der 0,1 g übersteigenden Zuckermenge und der Gesamtsäure	Mineralbestandteile	Alkali der Asche in ccm N.-Lauge			
5,40	2,19 normal	0,76	0,41	0,061	0,68	—	0,05	0,218	0	0,272	—	2,19	1,51	1,43	0,228	1,50	—	0,57
6,73	1,99 normal	0,575	—	0,030	0,54	—	—	0,21	0	0,268	—	1,99	1,45	1,415	0,169	1,55	—	0,432
5,32	2,12 abnorm	0,749	0,409	0,061	0,67	—	0,02	0,217	0	0,310	—	2,12	1,45	1,371	0,23	1,8	—	0,548
6,21	2,45 normal	0,668	0,355	0,064	0,59	—	0,08	0,191	0	0,239	—	2,45	1,86	1,782	0,27	2,05	—	0,492
6,14	2,39 normal	0,617	0,373	0,088	0,51	—	0,06	0,142	0	0,178	—	2,39	1,88	1,778	0,359	3,05	—	0,436
6,86	2,18 normal	0,778	0,396	0,074	0,69	—	0,08	0,247	0,015	0,291	—	2,18	1,44	1,352	0,258	1,55	—	0,554
6,40	2,08 normal	0,795	0,1037	0,046	0,74	0,714	0,06	0,229	0,079	0,188	—	2,08	1,34	1,285	0,199	1,0	11,16	0,584
5,20	1,83	0,7445	0,236	0,0644	0,66	0,5115	0,05	0,285	0,105	0,225	—	1,83	1,17	1,0855	0,20	1,2	9,83	0,469
4,77	2,03	0,761	0,207	0,0542	0,69	0,352	0,05	0,210	0	0,263	—	2,03	1,34	1,269	0,264	1,4	7,38	0,588
5,02	1,85	0,66	0,42	0,051	0,60	—	0,04	0,247	0	0,31	—	1,85	1,25	1,19	0,222	1,80	—	0,47
4,77	2,17	0,74	0,40	0,058	0,67	0,46	0,05	0,220	0,0105	0,263	—	2,17	1,50	1,43	0,232	1,40	9,64	0,55
4,54	2,006	0,90	0,44	0,051	0,84	0,48	0,07	0,285	0,06	0,282	—	2,006	1,166	1,106	0,206	1,50	10,57	0,66
6,93	2,73	0,685	0,3015	0,0328	0,64	—	—	0,096	0	0,120	—	2,73	2,09	2,045	0,349	2,7	—	0,569
5,45	2,77	0,592	0,2565	0,0711	0,50	—	0,08	0,123	0	0,154	—	2,77	2,27	2,178	0,384	3,25	—	0,442
5,57	2,06	0,609	0,250	0,041	0,55	0,503	0,09	0,181	0	0,227	—	2,06	1,51	1,45	0,225	1,6	9,03	0,468
4,71	2,11	0,812	0,1502	0,041	0,76	0,473	0,09	0,167	0	0,210	—	2,11	1,35	1,298	0,292	1,7	10,04	0,678
8,98	2,64	0,575	0,204	0,051	0,51	—	0,02	0,135	0	0,169	—	2,64	2,13	2,065	0,291	2,55	—	0,495
8,56	2,62	0,613	0,202	0,047	0,56	—	0,02	0,15	0	0,188	—	2,62	2,06	2,007	0,271	2,25	—	0,479
9,06	2,71	0,584	0,229	0,044	0,53	—	0,08	0,154	0	0,193	—	2,71	2,18	2,126	0,262	2,35	10,9	0,452
6,86	2,73	0,659	0,354	0,0712	0,57	0,7483	0,09	0,1125	0	0,141	—	2,73	2,16	2,071	0,35	2,75	8,48	0,5148
8,77	3,26	0,62	0,30	0,061	0,54	0,744	0,08	0,0553	0	0,0705	—	3,26	2,72	2,64	0,36	2,75	8,24	0,514
9,49	2,94	0,695	0,325	0,0508	0,63	0,782	0,08	0,1125	0	0,141	—	2,94	2,31	2,245	0,274	2,2	—	0,575
5,17	2,25	0,71	0,43	0,074	0,62	—	0,05	0,183	0	0,229	—	2,25	1,63	1,54	0,244	2,40	—	0,53
4,77	2,16	0,72	0,44	0,055	0,65	—	0,06	0,183	0	0,229	—	2,16	1,51	1,44	0,25	2,40	—	0,56
5,70	1,82	0,575	0,340	0,044	0,52	—	0,02	0,187	0	0,235	—	1,82	1,30	1,245	0,217	1,7	—	0,427
5,76	2,46	1,083	0,045	0,0406	1,03	—	0,02	0,228	0	0,287	—	2,46	1,43	1,377	0,259	2,05	—	0,918
6,59	2,00	0,736	—	0,034	0,69	—	—	0,285	0,067	0,273	—	2,00	1,31	1,264	0,16	1,45	—	0,518
6,79	2,02	0,592	—	0,041	0,54	—	—	0,191	0	0,239	—	2,02	1,48	1,428	0,23	1,75	—	0,446

Der Durchschnittsgehalt an Extraktstoffen für die untersuchten 28 Weine, die in der Hauptsache aus räumlich nicht bedeutend von einander getrennten Lagen und sämtlich aus dem Jahrgange 1903 stammen, berechnet sich zu rund

2,3 g pro 100 ccm Wein.

Es hält für den önochemischen Sachverständigen in der Tat schwer, sich vorzustellen, wie jemand einen Pfälzer Weißwein (Rotweine sind hier außer Betracht gelassen) des Jahrgangs 1903 aus den angegebenen annähernden Lagen in einer gesetzlich zulässigen und zugleich praktisch brauchbaren Weise mit wässeriger Zuckerlösung versetzen und dabei die Anforderung des § 2 des Weingesetzes in bezug auf den Durchschnittsgehalt an Extrakt, der sich, wie eben angegeben, zu 2,3 g per 100 ccm Wein berechnet, ohne Rücksicht auf die einschlägigen Grenzzahlen der angezogenen Bundesratsbekanntmachung einhalten sollte, ohne zu ungesetzlichen, mit schweren Strafen bedrohten Mitteln zu greifen. Es erschien mir angezeigt, auf diesen, den Rahmen eines weinstatistischen Berichtes vielleicht etwas überschreitenden Punkt, der erst jüngst gelegentlich einer Strafverhandlung vor dem Landgerichte in Stuttgart eine eingehenden Klarstellung seitens der anwesenden Sachverständigen erfahren hat, an dieser Stelle hinzuweisen.

Des weiteren möchte ich konstatieren, daß die Erfahrungen bezüglich des Gehaltes auch der Naturweine an Milchsäure durch die einschlägigen Ergebnisse der Untersuchung der 1903er Weine eine kleine Bereicherung erfahren haben. Es wurden von den 28 Weinen 25 auf Milchsäure untersucht und die ermittelten Gehalte schwanken zwischen 0,04 g pro 100 ccm Wein bei 1,08 g Gesamtsäure
und 0,44 „ „ 100 „ „ „ 0,90 „ „

Es zeigten von den untersuchten 25 Proben einen Gehalt von:

0,04 bis 0,10 g	Milchsäure	= 1 Probe,
0,10 „ 0,20 „	„	= 2 Proben,
0,20 „ 0,30 „	„	= 7 „
0,30 „ 0,40 „	„	= 8 „
0,40 „ 0,44 „	„	= 7 „

Bei der weitaus größten Menge der untersuchten Proben, nämlich bei 22 Proben, d. i. 88 %, liegt der Gehalt an Milchsäure zwischen

0,30 und 0,44 g pro 100 ccm Wein.

Bei einer einzigen der 25 Proben ist scheinbar der sog. Säureabbau durch Umwandlung der Äpfelsäure in Milchsäure unter Abspaltung von Kohlensäure nicht erfolgt, wenigstens läßt die erhaltene Zahl von 0,04 g, die innerhalb der analytischen Fehlergrenze liegt, diese Annahme gerechtfertigt erscheinen. Der Grund für das Verhalten dieser einzigen Probe in bezug auf die Nichtbildung von Milchsäure konnte nicht eruiert werden; es steht nur so viel fest, daß die Probe zwischen dem 1. und dem 2. Ablasse entnommen wurde, so daß also der Säurerückgang innerhalb der angegebenen Periode nicht erfolgt ist. Eine spätere Probe aus dem Fasse konnte leider nicht mehr zur Verfügung gestellt werden.

Die Glyzerinzahlen, die nur für 10 Proben ermittelt wurden, boten nichts neues und nichts bemerkenswertes. Die Gehalte an Glyzerin waren bei 7 Proben ziemlich

gleiche. 3 Proben aus Kallstadt, darunter ein Portugieser, zeigten etwas höhere Zahlen für Glyzerin, nämlich 0,75 g bis 0,78 g. Die übrigen Glyzerinzahlen schwankten

zwischen 0,35 g pro 100 ccm Wein bei 4,77 g Alkohol,
und 0,51 „ „ 100 „ „ „ 5,20 „ „

Zum Schlusse dürfte noch anzuführen sein, daß die Zahlen für den sog. Möslingerschen Säurerest bei keiner der untersuchten 28 Proben hinter der seinerzeit von den Weinchemikern vereinbarten Grenze von 0,28 zurückblieb, im Gegenteil in den weitaus meisten Fällen über diese Grenze weit hinausging. Die betreffenden Zahlen schwankten zwischen 0,43 und 0,92. Es zeigten von den untersuchten 28 Proben einen Säurerest von

unter 0,28 Säurerest	keine Probe,
0,30 bis 0,40 „	keine Probe,
0,40 „ 0,50 „	11 Proben,
0,50 „ 0,60 „	14 Proben,
0,60 „ 0,70 „	2 Proben,
0,70 „ 0,80 „	keine Probe,
über 0,80 „	1 Probe mit 0,92.

Von den untersuchten 28 Proben liegen 25 Proben, d. i. 89,3 %, zwischen 0,40 und 0,60 für Säurerest, 2 Proben, d. i. 7,1 %, zeigten 0,66 und 0,67 Säurerest, und 1 Probe 0,92 Säurerest. Die letztgenannte Probe mit ihrem ungewöhnlich hohen Säurereste ist gleichzeitig diejenige Probe, welche keine Milchsäure enthielt, dagegen einen Gehalt von 1,083 g Gesamtsäure, 0,228 Gesamtweinsteinsäure und 0,287 g halbgebundene Weinsteinsäure aufwies. Durch die obigen Befunde dürfte die ab und zu eingeworfene Befürchtung, daß durch die Verwertung des Möslingerschen Säurerestes bei der Beurteilung von Naturweinen zum Nachteile der Beschuldigten Trugschlüsse nicht ausgeschlossen seien, aufs neue, soweit Naturweine in Betracht kommen, als gegenstandslos und unbegründet erachtet werden können, ganz abgesehen davon, daß der Säurerest bei der Beurteilung von Weinen stets nur zur Unterstützung des anderweitig gewonnenen Urteils herangezogen wird und daß kein Sachverständiger auf den Säurerest allein ein Urteil gründen wird.

3. Sachsen.

Beiträge für 1903 sind nicht eingegangen.

4. Württemberg.

Bericht der Kgl. Weinbau-Versuchsanstalt Weinsberg. Prof. **Dr. R. Meißner.**

Ergebnisse der Untersuchungen von Weinen des Jahres 1903.

Durch die ungünstige Witterung in den Monaten August und September des Jahres 1903 verlief die Entwicklung der Trauben nicht normal, und die Traubenreife zog sich lange hinaus, weshalb die 1903er Moste ein verhältnismäßig niederes Öchslegewicht mit merkwürdigerweise verhältnismäßig niederem Säuregehalt zeigten.



Tabelle

Weine des

Laufende Nr.	Gemarkung und Lage	Bodenart und Düngung	Traubensorte	Beobachtete Krankheiten und Schädlinge. Mittel, die dagegen angewendet wurden	Zeit der Lese und Beschaffenheit der Trauben (Art der Fäule)	Klimatische Verhältnisse, die etwa auf die Trauben besonders eingewirkt haben	Zeitpunkt der Untersuchung	Farbe des Weines	Spezifisches Gewicht
1	Auenstein, südliche Lage	Keuper	Trollinger und Lemberger	Peronospora, Oïdium; Bordeauxbrühe, Schwefel	29.—31. Okt.	Günstig	1904 17. III.	rot	0,9992
2	Hemigkofen, bergig	Sand-, Kies- und Lehmboden, Stalldünger	Dünnelbling, Dickelbling	Blattfallkrankheit; bespritzen	Ende Okt. Sauerfäule, Edelfäule	—	„	„	0,9979
3	Metzingen, mittlere Höhenlage	Basalt, Mergel, Eisensandstein, Thomasmehl	Portugieser, Sylvaner, Schwarzriesling, Muskateller	Hagel! Peronospora, Oïdium; Kupferkalkbr., Schwefel	19.—25. Okt. Sauerfäule	—	21. III.	„	0,9979
4	Metzingen, untere bis mittlere Höhe	Basalt, Mergel, Stallmist	Portugieser, Sylvaner, Gutedel, Clevner, Malvasier, St. Laurent	Hagel! Sauerw., Peronospora, Oïdium; Schwef u. Kupferkalkbr.	23.—29. Okt. Sauerfäule	—	„	„	0,9996
5	Korb, Berglage	Keuper, Stallmist	Trollinger, Sylvaner	Schwefeln und spritzen	16.—20 Okt.	Ungünstig	„	„	0,9986
6	„	Schwerer Tonboden, Stalldung	Gemischtes Gewächs	„	16.—20. Okt. Sauerfäule	„	„	„	0,9992
7	Schozach, südliche Lage	Tonboden, Kali-Ammon-Superphosphat	Portugieser	—	20.—21. Okt.	Mild	28. III.	„	0,9974
8	„	Muschelkalk und Keuper, Kali-Ammon-Superphosphat	Gemischt, Nachlese	—	20.—31. Okt. Sauerfäule	—	„	„	0,9970
9	„	Lehmboden, Stallmist	Schwarzriesling	—	26. Okt.	Mild	29. III.	„	1,0001
10	„	Schwerer Tonboden, Kali-Ammon-Superphosphat	Clevner Riesling	—	30. Okt.	Sonnig u. frostfrei	„	„	0,9985
11	Talheim, südwestl. Abhang	Kalksteinboden	Clevner und Schwarzriesling	Kupferkalkbrühe, Schwefel	19. Okt. bis 3. November	Sehr ungünstig	5. IV.	„	0,9998
12	„	„	Weißriesling mit Sylvaner	„	„	„	„	weiß	0,9988
13	Kleinheppach, Berg- u. Mittellage	Leberboden, Kuhdung	Trollinger, Urban, blauer Sylvaner	Kupferkalkbr.	3. November Edelfäule	Mild	6. III.	rot	0,9969
14	„	„	Trollinger, Urban, blauer und grüner Sylvaner	„	Ende Okt. Edelfäule	„	„	„	0,9959
15	„	„	Trollinger, Urban, Sylvaner	„	Mitte Okt. Edelfäule	„	30. VI.	„	0,9984
16	Strümpfelbach, Berg- u. Mittellage	„	Hauptsächlich Sylvaner, wenig Troll. u. Urban	„	„	„	„	weiß	0,9964
17	Weiler, Süden	Keuper	Traminer	Oïdium; Schwefel	3.—4. Nov.	—	6. IV.	„	0,9939
18	„	„	Weißriesling	„	„	—	„	„	0,9979

I.

Jahres 1903.

In 100 ccm sind enthalten g																			Alkali der Asche in ccm 1/4 N.-Lauge	Verhältnis von Alkohol zu Glyzerin = 100 :	Säurerest nach Möslinger
Alkohol	Extrakt	Freie Säuren (Gesamtsäure)	Milchsäure	Flüchtige Säuren	Nichtflüchtige Säuren	Glyzerin	Zucker	Gesamtweinsteinsäure	Freie Weinsteinsäure	Weinstein	Weinsteinsäure an alkalische Erden gebunden	Extrakt nach Abzug der 0,1 g übersteigenden Zuckermenge	Extrakt nach Abzug der 0,1 g übersteigenden Zuckermenge u. der nichtflüchtigen Säuren	Extrakt nach Abzug der 0,1 g übersteigenden Zuckermenge u. der Gesamtsäure	Mineralbestandteile						
6,47	2,5924	1,012	0,1125	0,054	0,9455	0,5152	0,11	0,2850	0	0,1880	0,1800	2,5824	1,6369	1,5704	0,2416	4,9	7,9	0,8030
6,21	2,1548	1,087	0,09	0,042	1,0345	0,5282	0,0642	0,3600	0,1650	0,1690	0,060	2,1548	1,1208	1,0678	0,1592	2,6	8,5	0,7720
6,40	2,1446	0,63	0,3825	0,126	0,504	0,5860	0,0285	0,2025	0	0,1900	0,2025	2,1446	1,6406	1,5146	0,2342	4,5	9,1	0,4028
7,19	2,7946	0,975	0,1800	0,103	0,847	0,7085	0,25	0,1862	0	0,2354	0,2400	2,6446	1,7976	1,6696	0,3020	5,7	9,8	0,7539
6,08	2,2730	0,825	0,225	0,0828	0,7225	0,6062	0,0845	0,2775	0	0,1880	0,2250	2,2730	1,5505	1,4480	0,2202	5,0	9,9	0,5838
6,73	2,6882	0,975	0,090	0,116	0,830	0,4291	0,0375	0,2662	0	0,1410	0,2470	2,6882	1,8582	1,7132	0,2216	4,8	6,8	0,6969
6,73	2,8730	0,862	0,1575	0,0624	0,784	0,4817	0,2500	0,2805	0	0,1890	0,1855	2,7230	1,9390	1,8610	0,2512	4,5	7,1	0,6438
7,53	2,4225	0,712	0,2160	0,0744	0,619	0,8818	0,2500	0,2812	0	0,1880	0,1370	2,2725	1,6535	1,5605	0,2965	3,8	11,7	0,4784
7,26	2,8772	1,027	0,090	0,0624	0,949	0,5879	0,40	0,2850	0,0220	0,1410	0,1500	2,5772	1,6282	1,5502	0,2648	3,5	8,0	0,7965
7,80	2,8540	0,922	0,2250	0,104	0,792	0,6930	0,450	0,3412	0,0787	0,1128	0,1925	2,5040	1,7120	1,5820	0,2350	3,5	8,8	0,5821
7,12	2,6388	0,832	0,3600	0,090	0,720	0,5626	0,1794	0,2287	0	0,2350	0,1125	2,5594	1,8394	1,7274	0,2666	4,0	7,8	0,6057
6,47	2,5046	1,005	0,1800	0,078	0,907	0,5661	0,1094	0,2662	0,0037	0,1880	0,1125	2,4952	1,5882	1,4902	0,1690	3,5	8,7	0,7721
7,66	2,4248	1,005	0,1125	0,096	0,9090	0,5642	0,1055	0,2662	0	0,1410	0,1875	2,4193	1,5103	1,4143	0,2044	4,0	7,3	0,7759
7,39	2,1360	0,780	0,3060	0,090	0,6675	0,5401	0,0862	0,1912	0	0,1692	0,1950	2,1360	1,4685	1,3560	0,2090	4,4	7,3	0,5719
6,14	2,2748	0,7870	0,2250	0,044	0,7320	0,5799	0,0883	0,2100	0	0,1880	0,1500	2,2748	1,5428	1,4878	0,2146	4,0	9,4	0,6270
6,53	2,0035	0,630	0,3150	0,0816	0,528	0,5828	0,0572	0,1912	0	0,1410	0,1500	2,0035	1,4755	1,3735	0,2088	3,5	8,9	0,4324
8,28	2,0605	0,577	0,1800	0,0504	0,514	0,6734	0,0348	0,2287	0,0781	0,0752	0,0900	2,0605	1,5465	1,4835	0,1744	2,0	8,1	0,3606
7,12	2,3727	1,072	0,2025	0,066	0,9895	0,6031	0,1015	0,3525	0,0940	0,1875	0,1125	2,3712	1,3817	1,2990	0,1960	2,2	8,4	0,7663

Laufende Nr.	Gemarkung und Lage	Bodenart und Düngung	Traubensorte	Beobachtete Krankheiten und Schädlinge. Mittel, die dagegen angewendet wurden	Zeit der Lese und Beschaffenheit der Trauben (Art der Fäule)	Klimatische Verhältnisse, die etwa auf die Trauben besonders eingewirkt haben	Zeitpunkt der Untersuchung	Farbe des Weines	Spezifisches Gewicht
19	Weiler, Süden	Mergel	Trollinger, Lemberger, Affentaler, Rotelbling	Oïdium; Schwefel	26.—27. Okt.	—	1904 8. IV.	rot	0,9981
20	„ „	„	Lemberger	„	„	—	„	„	0,9975
21	Ingelfingen, südliche Lage	Kalkmergel	Riesling	Kupferkalkbr., Schwefel	23. Oktober Grünfaul	—	12. I.	weiß	0,9971
22	Ingelfingen, südl. steile Lage	Kalkboden	Sylv., Gutedel, Muskateller, Riesling gem.	„	15.—25. Okt. Edel- und Sauerfäule	—	„	„	1,0009
23	Mergentheim	Muschelkalk	Sylvaner	—	19.—20. Okt.	Gut	13. I.	„	0,9975
24	„	Schwerer Boden, Keuper, Stallmist	Sylvaner, Gutedel	—	18—21. Okt.	—	14. I.	„	0,9989
25	Jagsthausen, Süd-West	Muschelkalk	Gutedel, Sylvan., Riesling	Frost	16.—24. Okt.	—	15. I.	„	0,9964
26	„	„	Portug., Lorenz, Affentaler	„	„	—	„	rot	0,9988
27	Roßwag, südl. Berglage	Kalkstein	Trollinger, Elbl., Sylvaner gem.	Peronospora, Oïd.; Bordeauxbrühe, Schwefel	20.—28. Okt. Sauerfäule	Vielfach Nebel	13. III.	„	0,9994
28	Reutlingen, südl. Berglage	Tonschiefer, Gerberhaare	Sylvaner, Portugieser, schw. Riesl., Clevner, Trollinger	Oïdium; Schwefel	19.—24. Okt. Sauerfäule	Kühl	12. III.	„	0,9956
29	Helfenberg südliche Lage	Keuper	Weißriesling	Peronospora, Oïd.; Bordeauxbrühe, Schwefel	29.—31. Okt. Edelfäule	Günstig	„	weiß	0,9983
30	Lauffen a. N., süd-südöstlich	Sehr schwerer Muschelkalk, Stallmist	Trollinger	Peronospora, Oïd.; Kupferkalkbr., Schwefel	19. Okt. Edelfäule	—	1903 4. XI.	rot	0,9993
31	Lauffen a. N., südlich	Humos. Muschelkalk, Stallmist, schwefelsaures Ammoniak	Weißburgunder, Weißriesling, Gutedel, Sylv.	„	22.—23. Okt. Edel- und Sauerfäule	—	„	weiß	0,9967
32	„	Sand, Lehm, Muschelkalk, Keuper, Stalldünger	Schwarzriesling, Sylv., Elbling, Affentaler, Trollinger	Blattfallkrank, Oïd.; Kupferkalkbr., Schwefel	12.—18. Okt. Edel- und Sauerfäule	—	„	rot	1,0022
33	Lauffen a. N., süd-südöstlich	Muschelkalk, Stallmist	Trollinger, Weißelbling, Sylvaner, Schwarzriesling	Peronospora, Oïd.; Kupferkalkbr., Schwefel	18.—25. Okt. Edel- und Sauerfäule	—	„	„	0,9985
34	Stockheim, südliche Lage	Schw. Bodenart	Gemischt Gewächs	Peronospora, Oïdium	20.—22. Okt. Sauerfäule	—	5. XI.	Schiller	1,0013
35	Hohenhaslach, südlich	Schwerer Leberkies, Stalldünger	Trollinger, Lemberger, Sylvaner	Peronospora, Oïd.; Kupferkalkbr., Schwefel	20.—24. Okt.	—	„	rot	1,0017
36	Bönnigheim	Kleberboden, Kuhdung	Lemberger	—	24. Okt.	Südlich warm	17. XII.	„	0,9987
37	Ingelfingen, südliche Lage	Kalkmergel	Gutedel, Sylvan., Veltliner, gem.	Kupferkalkbrühe, Schwefel	19.—26. Okt. Grünfäule	—	1904 11. I.	weiß	0,9971

[1]) II. Abstich.

In 100 ccm sind enthalten g																		
												Extrakt						
Alkohol	Extrakt	Freie Säuren (Gesamtsäure)	Milchsäure	Flüchtige Säuren	Nichtflüchtige Säuren	Glyzerin	Zucker	Gesamtweinsteinsäure	Freie Weinsteinsäure	Weinstein	Weinsteinsäure an alkalische Erden gebunden	nach Abzug der 0,1 g übersteigenden Zuckermenge	nach Abzug der 0,1 g übersteigenden Zuckermenge u. der nichtflüchtigen Säuren	nach Abzug der 0,1 g übersteigenden Zuckermenge u. der Gesamtsäure	Mineralbestandteile	Alkali der Asche in ccm 1/4 N.-Lauge	Verhältnis von Alkohol zu Glyzerin = 100:	Säurerest nach Möslinger
7,94	2,8836	1,012	0,0900	0,0672	0,9180	0,5547	0,1218	0,3412	0,0162	0,1692	0,0900	2,8618	1,9438	1,8498	0,2048	3,0	7,0	0,7393
7,53	2,7066	0,975	0,1620	0,0564	0,9045	0,7170	0,1289	0,3412	0,1235	0,1998	0,0525	2,6777	1,7732	1,7027	0,2412	2,9	9,5	0,6721
7,39	2,4076	0,896	0,099	0,055	0,8373	0,5648	0,06	0,2662	0	0,1410	0,1575	2,4076	1,5703	1,5116	0,1856	—	7,6	0,7042
6,86	3,2058	0,967	0,1800	0,0612	0,8905	0,6196	0,6	0,2475	0	0,2821	0,1125	2,7058	1,8153	1,7388	0,2360	4,5	9,0	0,7668
6,02	2,0288	0,832	0,1575	0,072	0,74	0,6288	0,0575	0,2400	0	0,2256	0,0825	2,0288	1,2888	1,1968	0,2576	3,5	10,4	0,6200
6,02	2,3666	0,918	0,2025	0,060	0,848	0,4716	0,2	0,3150	0,0560	0,1410	0,1500	0,2666	1,4236	1,3486	0,1943	3,5	7,8	0,6675
7,26	2,2438	0,975	0,1350	0,03	0,937	0,4582	0,1	0,3412	0,1160	0,1410	0,1125	2,2438	1,3068	1,2688	0,1613	3,0	6,3	0,7084
7,80	2,4283	0,975	0,1800	0,03	0,937	0,5287	0,11	0,3037	0,0112	0,2350	0,1050	2,4183	1,4813	1,4433	0,2254	3,9	6,7	0,7796
7,12	2,6008	1,012	0,1260	0,072	0,922	0,5078	0,11	0,2672	0	0,1692	0,1500	2,5908	1,6688	1,5788	0,2006	3,8	7,1	0,7884
7,33	1,9140	0,637	0,2475	0,0756	0,5425	0,6149	0,0625	0,1912	0	0,1598	0,2100	1,9140	1,3715	1,2770	0,1804	4,5	8,3	[1] 0,4469
6,38	2,2072	0,937	0,09	0,048	0,877	0,5268	0,0681	0,4350	0,1025	0,1692	0,1275	2,2072	1,3302	1,2702	0,1992	3,5	8,2	[1] 0,6083
6,59	2,3830	1,083	—	0,0324	1,0425	0,5708	0,350	0,4615	0	0,3384	0,2175	2,1330	1,0905	1,0500	0,2548	4,5	8,6	0,8118
7,60	2,0563	0,93	0,09	0,0336	0,888	0,6685	0,0510	0,4650	0,0450	0,3005	0,1800	2,0563	1,1683	1,1263	0,2618	5,6	8,79	0,6330
5,64	2,6145	1,207	0,09	0,0456	1,150	0,3833	0,5880	0,3825	0	0,2914	0,1650	2,1265	0,9765	0,9195	0,3266	5,3	6,7	0,9588
6,40	2,5784	1,162	0,126	0,066	1,0795	0,4716	0,1550	0,3787	0	0,2444	0,2250	2,5234	1,4439	1,3614	0,2610	5,6	7,8	0,8902
5,70	2,7023	1,098	0,081	0,0324	1,0575	0,4446	0,303	0,3787	0,0412	0,2538	0,1350	2,4993	1,4418	1,4018	0,3272	4,5	7,8	0,8476
5,26	2,7001	1,185	0,0810	0,0456	1,1279	0,4347	0,324	0,3787	0,0475	0,3572	0,075	2,4784	1,3505	1,2934	0,2612	4,8	8,2	0,9148
5,83	2,2885	1,087	0,09	0,054	1,019	0,4251	0,082	0,3787	0,1387	0,1786	0,0975	2,2885	1,2695	1,2015	0,2176	3,2	7,2	0,7603
7,33	2,3962	0,723	0,1800	0,060	0,648	0,5640	0,20	0,2475	0	0,2350	0,1125	2,2962	1,6482	1,5732	0,2276	4,0	7,6	0,5243

Laufende Nr.	Gemarkung und Lage	Bodenart und Düngung	Traubensorte	Beobachtete Krankheiten und Schädlinge. Mittel, die dagegen angewendet wurden	Zeit der Lese und Beschaffenheit der Trauben (Art der Fäule)	Klimatische Verhältnisse, die etwa auf die Trauben besonders eingewirkt haben	Zeitpunkt der Untersuchung	Farbe des Weines	Spezifisches Gewicht
38	Ingelfingen, südl. Lage	Kalkmergel	Gutedel, Sylv., Veltliner, gemischt II bl.	Kupferkalkbrühe, Schwefel	23. Okt.	Südlich warm	1904 11. I.	weiß	0,9972
39	Bietigheim, südl. Berg	Muschelkalk	Trollinger, Elbling	Peronospora, Oïdium; Kupferkalkbrühe und Schwefel	16.—24. Okt. Sauerfäule	—	6. IV.	rot	0,9971
40	"	"	Weißriesling und Sylvaner	"	"	—	"	weiß	0,9881
41	Neipperg, südl.	Keuper	Trollinger	Mehltau; Schwefel	26.—27. Okt.	Nicht ungünstig	25. I.	rot	0,9997
42	Klingenberg (Neipperg) südl. Lage	Schwerer Boden	Weißriesling	—	26. Okt.	"	"	weiß	0,9968
43	Heilbronn, südl. Lage	Keuper	Trollinger, Affentaler	—	Ende Okt.	—	28. I.	rot	0,9968
44	"	"	Weißsylvaner, Weißriesling	—	"	—	"	weiß	0,9970
45	"	"	Trollinger, Affentaler	—	"	—	21. VI.	rot	0,9969
46	"	"	Weißsylvaner, Weißriesling	—	"	—	"	weiß	0,9972
47	Heilbronn, südwest	Keuper u. Gipsmergel, Stallmist	Sylvaner, Weißriesling, Elbling	Sauerwurm, Peronospora, Oïd.; Kupferkalkbrühe u. Schwef.	Ende Okt. bis Anf. Nov.	—	24. VI.	"	0,9954
48	Heilbronn, Süd	Keuper	Trollinger, Affentaler	"	Ende Okt.	—	"	rot	0,9958
49	Neipperg, südl.	"	Trollinger	Mehltau; Schwefeln	26.—27. Okt.	Nicht ungünstig	27. VI.	rot	0,9974
50	Nordheim, südl., mittlere Lage	"	Burgunder, blau	Schwefeln und spritzen	16.—19. Okt.	"	"	"	0,9985
51	Lauffen, süd-südöstlich	Sehr schwerer Muschelkalk, Stallmist	Trollinger	Peronospora, Oïd.; Kupferkalkbrühe, Schwefel	19. Okt. Edelfäule	—	17. I.	"	0,9984
52	Lauffen, südl. Lage	Humos. Muschelkalk, Stallmist, schwefelsaures Ammoniak	Weißburgunder, Weißriesling, Gutedel, Sylv.	"	22.—23. Okt. Edel- und Sauerfäule	—	"	weiß	0,9956
53	Lauffen, süd-südöstlich	Sand-Lehm, Muschelkalk, Keuper, Stalldung	Schwarzriesling, Sylv., Elbling, Affentaler, Trollinger	"	12.—18. Okt. Edel- und Sauerfäule	—	20. I.	rot	0,9988
54	"	Muschelkalk, Stallmist	Trollinger, Weißelbling, Sylv., Schwarzriesling	"	18.—25. Okt. Edel- und Sauerfäule	—	"	"	0,9970
55	Lauffen, südl.	Muschelkalk, Stallmist, schwefelsaures Ammoniak	Trollinger	Peronospora, Oïdium	Letzte Oktoberwoche, Edel- und Sauerfäule	—	1903 5. XI.	"	0,9985
56	"	"	"	"	"	—	"	"	0,9966
57	Stockheim, südl.	Schwere Bodenart	Gemischt Gewächs	"	20.—22. Okt. Sauerfäule	—	1904 20. I.	Schiller	0,9987

In 100 ccm sind enthalten g																	Alkali der Asche in ccm 1/4 N.-Lauge	Verhältnis von Alkohol zu Glyzerin = 100 :	Säurerest nach Möslinger
Alkohol	Extrakt	Freie Säuren (Gesamtsäure)	Milchsäure	Flüchtige Säuren	Nichtflüchtige Säuren	Glyzerin	Zucker	Gesamtweinsteinsäure	Freie Weinsteinsäure	Weinstein	Weinsteinsäure an alkalische Erden gebunden	Extrakt			Mineralbestandteile				
												nach Abzug der 0,1 g übersteigenden Zuckermenge	nach Abzug der 0,1 g übersteigenden Zuckermenge u. der nichtflüchtigen Säuren	nach Abzug der 0,1 g übersteigenden Zuckermenge u. der Gesamtsäure					
5,89	1,8354	0,622	0,1125	0,066	0,5395	0,5648	0,147	0,2662	0	0,1410	0,1650	1,7884	1,2489	1,1664	0,2052	3,7	9,5	0,4064	
7,33	2,3244	0,675	0,1350	0,0876	0,566	0,5491	0,0980	0,1987	0	0,1128	0,2100	2,3244	1,7584	1,6494	0,2752	4,0	7,4	0,4667	
6,93	2,1256	0,742	0,1350	0,0624	0,664	0,4769	0,1111	0,2287	0	0,1504	0,1200	2,1145	1,4505	1,3725	0,1776	3,2	6,8	0,5497	
6,66	2,8408	1,125	0,1980	0,0588	1,052	0,6374	0,260	0,4087	0,1661	0,1880	0,1275	2,6808	1,6308	1,5558	0,1986	3,7	8,8	0,7646	
6,86	2,2749	0,952	0,2655	0,0684	0,867	0,5919	0,0854	0,4162	—	—	—	2,2749	1,4079	1,3229	0,1774	—	8,6	0,6589	
5,83	2,3276	0,975	0,2925	0,072	0,885	0,5611	0,20	0,3037	0	0,1880	0,1650	2,2276	1,3426	1,2526	0,1896	4,2	9,6	0,7332	
6,73	2,2180	0,7270	0,2250	0,0816	0,625	0,6037	0,1666	0,2662	0	0,094	0,2250	2,1514	1,5364	1,4244	0,1962	4,0	9,4	0,4919	
6,53	2,0900	0,69	0,2475	0,1224	0,538	0,5256	0,0345	0,2662	0	0,1880	0,1500	2,0900	1,5520	1,4000	0,1830	4,0	8,0	0,4049	
6,99	1,9206	0,660	0,2475	0,054	0,5825	0,6259	0,0187	0,2025	0	0,1880	0,1500	1,9206	1,3381	1,2606	0,1820	4,0	8,3	0,4813	
7,60	2,3128	0,615	0,2700	0,0504	0,5520	0,5794	0,1048	0,1725	0	0,1310	0,1575	2,3080	1,7560	1,6930	0,1962	3,5	7,6	0,4658	
7,06	2,0234	0,622	0,2025	0,0420	0,5695	0,6039	0,0330	0,1912	0	0,2068	0,1425	2,0234	1,4539	1,4014	0,1984	4,1	8,0	0,4739	
6,40	2,2262	0,975	0,2475	0,042	0,922	0,6288	0,0705	0,2860	0	0,1692	0,1650	2,2262	1,3042	1,251	0,2188	4,0	9,8	0,7790	
6,47	2,3124	0,577	0,1800	0,0876	0,468	0,6699	0,1054	0,2100	0	0,1410	0,1875	2,3070	1,8390	1,7300	0,2850	4,0	10,3	0,3630	
6,93	2,2182	1,005	0,1800	0,066	0,939	0,5866	0,0954	0,3412	0	0,1880	0,1500	2,2182	1,2792	1,2132	0,2450	4,0	8,4	0,7684	
7,66	1,9768	0,626	0,1800	0,096	0,506	0,6790	0,0306	0,4050	0,0175	0,2820	0,1500	1,9768	1,4708	1,3508	0,2220	5,0	8,9	0,2948	
5,89	2,1388	0,742	0,2520	0,0984	0,619	0,4049	0,1052	0,2662	0	0,1692	0,1275	2,1388	1,5178	1,3968	0,2196	3,5	6,8	0,4859	
6,66	2,1628	0,787	0,3420	0,0936	0,5794	0,5794	0,1025	0,3037	0	0,1692	0,2250	2,1603	1,5809	1,3733	0,2105	4,8	8,7	0,4276	
5,95	2,2532	1,068	0,0995	0,0432	1,014	0,4678	0,093	0,3787	0,1087	0,2820	0,0450	2,2532	1,2892	1,1852	0,2149	3,6	7,8	0,7703	
6,79	2,1286	0,675	0,2925	0,048	0,615	0,4860	0,0833	0,2662	0,0037	0,1692	0,1277	2,1286	1,5136	1,4536	0,1786	3,5	7,1	0,4801	
6,21	2,4236	0,637	0,2250	0,105	0,5060	0,5371	0,025	0,2475	0,0275	0,1410	0,1125	2,4236	1,9176	1,799	0,2440	3,0	8,6	0,3685	

Tabelle

Serienunter-

Laufende Nr.	Gemarkung und Lage	Bodenart und Düngung	Traubensorte	Beobachtete Krankheiten und Schädlinge. Mittel, die dagegen angewendet wurden	Zeit der Lese und Beschaffenheit der Trauben (Art der Fäule)	Klimatische Verhältnisse, die etwa auf die Trauben besonders eingewirkt haben	Zeitpunkt der Untersuchung	Farbe des Weines	Spezifisches Gewicht
58	**I. Untersuchung** nach dem 1. Abstich Verrenberg, südl. Berglage	Keuper	Gemischt I a	Blattfallkrankh. u. echten Mehltau Kupferkalkbr. und Schwefel	21.—31. Okt. Rohfäule	—	1904 22. II.	weiß	0,9965
59	**2. Untersuchung** nach dem 2. Abstich Verrenberg, südl. Berglage	„	„	„	„	—	21. VI.	„	0,9956
60	**3. Untersuchung** nach dem 2. Abstich Verrenberg, südl. Lage	—	„	„	„	—	4. VII.	„	0,9956
61	**I. Untersuchung** nach dem 1. Abstich Verrenberg, südl. Berglage	Keuper	Gemischt I b	„	„	—	22. II.	„	0,9967
62	**2. Untersuchung** nach dem 1. Abstich Verrenberg, südl. Lage	„	„	„	„	—	24. III.	„	0,9965
63	**3. Untersuchung** vor dem 2. Abstich Verrenberg, südl. Lage	„	„	„	„	—	21. VI.	„	0,9965
64	**4. Untersuchung** nach dem 2. Abstich Verrenberg, südl. Berglage	„	„	„	„	—	4. VIII.	„	0,9965
65	**I. Untersuchung** vor dem 1. Abstich Weikersheim, Südlage	Muschelkalk, schw. Lehmboden, Superphosphat, schwefels. Ammoniak	Süßrot	„	23. Okt. Sehr wenig Edelfäule	trocken	8. II.	rot	0,9993
66	**2. Untersuchung** nach dem 1. Abstich Weikersheim, Südlage	„	„	—	„	„	24. V.	„	0,9970
67	**3. Untersuchung** vor dem 2. Abstich Weikersheim, Südlage	„	„	—	„	„	5. VII.	„	0,9972
68	**4. Untersuchung** nach dem 2. Abstich Weikersheim, Südlage	„	„	—	„	„	15. VII.	„	0,9976
69	**I. Untersuchung** 1. Abstich Karlsberg, Weikersheim, südöstlich	Muschelkalk, sandiger Lehm, Stallmist, Kunstdünger	Sylvaner, Gutedel	—	14. Okt. Edelfäule	—	10. II.	weiß	0,9958
70	**2. Untersuchung** 2. Abstich Karlsberg, südöstl.	„	„	—	„	trocken	24. V.	„	0,9958

II.

suchungen.

In 100 ccm sind enthalten g																		
												Extrakt						
Alkohol	Extrakt	Freie Säuren (Gesamtsäure)	Milchsäure	Flüchtige Säuren	Nichtflüchtige Säuren	Glyzerin	Zucker	Gesamtweinsteinsäure	Freie Weinsteinsäure	Weinstein	Weinsteinsäure an alkalische Erden gebunden	nach Abzug der 0,1 g übersteigenden Zuckermenge	nach Abzug der 0,1 g übersteigenden Zuckermenge u. der nichtflüchtigen Säuren	nach Abzug der 0,1 g übersteigenden Zuckermenge u. der Gesamtsäure	Mineralbestandteile	Alkali der Asche in ccm 1/4 N.-Lauge	Verhältnis von Alkohol zu Glyzerin = 100:	Säurerest nach Möslinger
7,12	1,9912	0,682	0,2700	0,072	0,592	0,4699	0,0910	0,2287	0	0,1050	0,1724	1,9912	1,3992	1,3092	0,2284	3,5	6,6	0,4777
7,39	1,9672	0,645	0,3600	0,1200	0,495	0,6738	0,0566	0,1912	0	0,1128	0,1500	1,9672	1,4722	1,3222	0,2154	3,2	9,1	0,3994
7,33	1,9886	0,645	0,3150	0,069	0,5618	0,6735	0,0515	0,1912	0	0,1410	0,1235	1,9886	1,4268	1,3586	0,2132	3,2	9,1	0,4662
7,12	2,0270	0,630	0,3600	0,054	0,5625	0,5698	0,0897	0,2475	0	0,1880	0,1875	2,0270	1,4645	1,3970	0,2741	4,5	7,9	0,4388
6,99	1,9976	0,562	0,4230	0,054	0,4945	0,5788	0,0515	0,1725	0	0,1880	0,1800	1,9976	1,5031	1,4356	0,2658	4,4	8,1	0,4083
6,93	1,9972	0,562	0,3600	0,073	0,471	0,5799	0,0502	0,1725	0	0,1692	0,1650	1,9972	1,5262	1,4352	0,2642	4,0	8,3	0,3848
6,99	1,9896	0,562	0,3600	0,072	0,472	0,5804	0,0498	0,1725	0	0,1692	0,1650	1,9896	1,5178	1,4278	0,2658	4,0	8,2	0,3858
6,93	2,6520	0,787	0,2250	0,066	0,7045	0,6970	0,1174	0,3787	0,1612	0,094	0,1425	2,6346	1,9301	1,8476	0,2042	2,9	10	0,4346
7,33	2,3420	0,705	0,2250	0,066	0,6225	0,7069	0,1070	0,3412	0,1320	0,094	0,1050	2,3350	1,7125	1,6300	0,1910	2,4	9,6	0,3859
7,73	2,3450	0,697	0,2250	0,045	0,641	0,7071	0,1060	0,3375	0,1049	0,0752	0,1275	2,3390	1,6980	1,6420	0,1910	2,5	9,1	0,4198
7,73	2,2660	0,697	0,1890	0,0468	0,6385	0,7061	0,1070	0,3375	0	0,0752	—	2,2590	1,6205	1,5620	0,1834	—	9	0,4698
7,60	2,1226	0,675	0,2250	0,036	0,630	0,5604	0,0908	0,2850	0	0,1880	0,1350	2,1226	1,4926	1,4476	0,1936	3,8	7,3	0,4875
7,12	2,1226	0,6220	0,3150	0,0384	0,57	0,6302	0,0878	0,2475	0	0,1880	0,1200	2,1226	1,5526	1,5006	0,1878	3,6	8,4	0,4463

Laufende Nr.	Gemarkung und Lage	Bodenart und Düngung	Traubensorte	Beobachtete Krankheiten u. Schädlinge Mittel, die dagegen angewendet wurden	Zeit der Lese und Beschaffenheit der Trauben (Art der Fäule)	Klimatische Verhältnisse, die etwa auf die Trauben besonders eingewirkt haben	Zeitpunkt der Untersuchung	Farbe des Weines	Spezifisches Gewicht
71	**3. Untersuchung** Karlsberg, südöstl.	Muschelkalk, sandiger Lehm, Stallmist, Kunstdünger	Sylvaner-Gutedel	—	14 Okt. Edelfäule	trocken	1904 5. VII.	weiß	0,9968
72	**4. Untersuchung** Karlsberg, südöstl.	"	"	—	"	"	15. VII.	"	0,9965
73	**I. Untersuchung** 1. Abstich Weikersheimer Schmecker	"	"	—	"	"	8. II.	"	0,9967
74	**2. Untersuchung** 2. Abstich Weikersheimer Schmecker	"	"	—	"	"	24. V.	"	0,9964
75	**3. Untersuchung** nach dem 2. Abstich Weikersheimer Schmecker	"	"	—	"	"	5. VII.	"	0,9963
76	**4. Untersuchung** nach dem 2. Abstich Weikersheimer Schmecker	"	"	—	"	"	18. VIII	—	0,9956
77	**I. Untersuchung** vor dem 1. Abstich Roth v. d. Prag	—	blauer Sylvaner, rot Urban	gespritzt und geschwefelt	3.—6. Nov.	—	4. II.	rot	0,9971
78	**2. Untersuchung** nach dem 1. Abstich Roth v. d. Prag	—	"	"	"	—	20. III.	"	0,9970
79	**3. Untersuchung** vor dem 2. Abstich Roth v. d. Prag	—	"	"	"	—	22. VI.	"	0,9976
80	**4. Untersuchung** nach dem 2. Abstich Roth v. d. Prag	—	"	"	"	—	22. VII.	"	0,9980
81	**I. Untersuchung** vor dem 1. Abstich Trollinger Untertürkheim	—	Trollinger	"	15.—16. Nov.	—	5 II.	"	0,9959
82	**2. Untersuchung** nach dem 1. Abstich Trollinger Untertürkheim	—	"	"	"	—	20. III.	"	0,9962
83	**3. Untersuchung** vor dem 2. Abstich Trollinger Untertürkheim	—	"	"	"	—	25. VI	"	0,9954
84	**4. Untersuchung** nach dem 2. Abstich Trollinger Untertürkheim	—	"	"	"	—	21. VII.	"	0,9954

In 100 ccm sind enthalten g																		
												Extrakt						
Alkohol	Extrakt	Freie Säuren (Gesamtsäuren)	Milchsäure	Flüchtige Säuren	Nichtflüchtige Säuren	Glyzerin	Zucker	Gesamtweinsteinsäure	Freie Weinsteinsäure	Weinstein	Weinsteinsäure an alkalische Erden gebunden	nach Abzug der 0,1 g übersteigenden Zuckermenge	nach Abzug der 0,1 g übersteigenden Zuckermenge u. der nichtflüchtigen Säuren	nach Abzug der 0,1 g übersteigenden Zuckermenge u. der Gesamtsäure	Mineralbestandteile	Alkali der Asche in ccm 1/4 N.-Lauge	Verhältnis von Alkohol zu Glyzerin = 100:	Säurerest nach Möslinger
6,99	2,0638	0,697	0,3375	0,0564	0,6265	0,6250	0,0870	0,2635	0	0,1318	0,1350	2,0638	1,4373	1,3668	0,1996	3,2	8,9	0,4948
6,86	2,0890	0,675	0,2610	0,036	0,630	0,6373	0,0860	0,2667	0	0,1410	0,1500	2,0890	1,4590	1,4140	0,1998	3,5	9,2	0,4967
7,66	2,3516	0,75	0,2250	0,042	0,6975	0,6147	0,1381	0,3150	0,0625	0,094	0,1853	2,3135	1,6160	1,5635	0,1964	3,5	8,2	0,5088
7,66	2,1210	0,60	0,2925	0,072	0,51	0,6930	0,0895	0,3037	0,0630	0,1410	0,1275	2,1210	1,6110	1,5210	0,2158	3,2	9,0	0,3267
7,66	2,1898	0,832	0,1800	0,036	0,787	0,5819	0,1008	0,3225	0,1350	0,0940	0,1115	2,1890	1,4020	1,3570	0,1600	2,5	7,6	0,5583
8,28	2,2152	0,825	0,1800	0,034	0,77	0,5820	0,0878	0,3835	0,0470	0,2320	—	2,2152	1,4452	1,3870	0,1742	2,0	7,2	0,5548
6,21	2,0070	0,652	0,3375	0,0456	0,495	0,6067	0,0470	0,2475	0	0,1880	0,2100	2,0070	1,5120	1,3550	0,2228	4,8	9,7	0,3713
6,34	1,9336	0,645	0,3600	0,0648	0,5640	0,6634	0,0343	0,2625	0	0,1880	0,1500	1,9336	1,3696	1,2886	0,2050	4,0	10	0,4328
6,40	2,0940	0,615	0,3600	0,060	0,540	0,6587	0,0340	0,2287	0	0,1692	0,2100	2,0940	1,5540	1,4790	0,2443	4,6	10	0,4257
6,34	2,0504	0,615	0,3375	0,060	0,540	0,6576	0,0335	0,2400	0	0,1504	0,1950	2,0504	1,5104	1,4854	0,2404	4,2	10	0,4200
8,14	2,3712	0,862	0,2700	0,036	0,817	0,6718	0,0810	0,2662	0	0,1410	0,18175	2,3712	1,5542	1,5090	0,1886	4,0	8,2	0,6839
8,07	2,3294	0,727	0,3150	0,048	0,667	0,6721	0,0770	0,2400	0	0,1880	0,1500	2,3294	1,6624	1,6024	0,2042	4,0	9	0,5470
8,00	2,1640	0,69	0,3375	0,048	0,630	0,6710	0,0535	0,2250	0	0,1880	0,1500	2,1640	1,5340	1,4740	0,2108	4,0	8,8	0,5175
8,00	2,1505	0,652	0,3870	0,048	0,5920	0,6721	0,0535	0,2100	0	0,1558	0,1725	2,1505	1,5585	1,4985	0,2104	4,0	8,4	0,4870

Laufende Nr.	Gemarkung und Lage	Bodenart und Düngung	Traubensorte	Beobachtete Krankheiten und Schädlinge Mittel, die dagegen angewendet wurden	Zeit der Lese und Beschaffenheit der Trauben (Art der Fäule)	Klimatische Verhältnisse, die etwa auf die Trauben besonders eingewirkt haben	Zeitpunkt der Untersuchung	Farbe des Weines	Spezifisches Gewicht
85	**1. Untersuchung** vor dem 1. Abstich kgl. Hofkammer, Eilfinger Berg	—	Weißriesling	—	—	—	1904 3. II.	weiß	0,9955
86	**2. Untersuchung** nach dem 1. Abstich Eilfinger Berg	—	"	—	—	—	16. III.	"	0,9957
87	**3. Untersuchung** 2. Abstich, Eilfinger Berg	—	"	—	—	—	18. V.	"	0,9946
88	**4. Untersuchung** nach dem 2. Abstich Eilfinger Berg	—	"	—	—	—	23. VI.	"	0,9947
89	**5. Untersuchung** nach dem 2. Abstich Eilfinger Berg	—	"	—	—	—	11. VII.	"	0,9946
90	**1. Untersuchung** Weiß v. d. Prag	—	"	—	—	—	3. II.	"	0,9976
91	**2. Untersuchung** nach dem 1. Abstich Weiß v. d. Prag	—	"	—	—	—	16. III.	"	0,9960
92	**3. Untersuchung** 2. Abstich Weiß v. d. Prag	—	—	—	—	—	18. V.	"	0,9951
93	**4. Untersuchung** nach dem 2. Abstich Weiß v. d. Prag	—	—	—	—	—	24. VI.	"	0,9953
94	**5. Untersuchung** nach dem 2. Abstich Weiß v. d. Prag	—	—	—	—	—	11. VII.	"	0,9953
95	**1. Untersuchung** 1. Abstich Weinsberg, südl. Lage	Toniger Mergelboden	Trollinger mit Lemberger	Zweimal gespritzt und geschwefelt	2. Nov. 1903	gut	25. II.	rot	0,9978
96	**2. Untersuchung** 2. Abstich Weinsberg	"	"	"	"	"	29. VI.	"	0,9976
97	**3. Untersuchung** nach dem 2. Abstich Weinsberg	"	"	"	"	"	3. VIII.	"	0,9972
98	**4. Untersuchung** nach dem 2. Abstich Weinsberg, südl. Lage	"	"	"	"	"	30. VIII.	"	0,9970
99	**1. Untersuchung** 1. Abstich Weinsberg, südl. Lage	Schwerer Keupermergel	Gewürztraminer	"	3. Nov. 1903	"	23. II.	weiß	0,9959
100	**2. Untersuchung** 2. Abstich Weinsberg, südl. Lage	"	"	"	"	"	25. VI.	"	0,9956

In 100 ccm sind enthalten g																Alkali der Asche in ccm 1/4 N.-Lauge	Verhältnis von Alkohol zu Glyzerin = 100:	Säurerest nach Möslinger
Alkohol	Extrakt	Freie Säuren (Gesamtsäure)	Milchsäure	Flüchtige Säuren	Nichtflüchtige Säuren	Glyzerin	Zucker	Gesamtweinsteinsäure	Freie Weinsteinsäure	Weinstein	Weinsteinsäure an alkalische Erden gebunden	Extrakt: nach Abzug der 0,1 g übersteigenden Zuckermenge	Extrakt: nach Abzug der 0,1 g übersteigenden Zuckermenge u. der nichtflüchtigen Säuren	Extrakt: nach Abzug der 0,1 g übersteigenden Zuckermenge u. der Gesamtsäure	Mineralbestandteile			
8,49	2,3256	1,012	0,090	0,048	0,952	0,5788	0,1278	0,3487	0,1612	0,0940	0,1125	2,2978	1,3458	1,2858	0,1976	2,5	7	0,6971
8,70	2,2844	0,930	0,2925	0,0504	0,867	0,5970	0,0876	0,3412	0,0962	0,1410	0,1125	2,2844	1,4174	1,3444	0,1772	3,0	7	0,6483
8,63	2,2372	0,78	0,3510	0,0840	0,685	0,6527	0,0626	0,3300	0,075	0,1410	0,1420	2,2372	1,5522	1,4572	0,1670	3,4	7,5	0,4825
8,35	2,2440	0,750	0,3470	0,0648	0,6691	0,6546	0,0617	0,3037	0,0330	0,1316	0,1620	2,2440	1,5749	1,4940	0,1552	3,4	7,8	0,5008
8,35	2,2420	0,750	0,3375	0,0648	0,6691	0,6554	0,0613	0,3037	0,0330	0,1316	0,1620	2,2420	1,5729	1,4920	0,1540	3,4	7,8	0,5008
7,94	2,3846	0,60	0,054	0,066	0,5175	0,6580	0,0440	0,2287	0	0,1128	0,2100	2,3846	1,8671	1,7846	0,2526	4,0	8,3	0,4032
7,26	2,1326	0,577	0,090	0,0577	0,5049	0,6521	0,0438	0,2550	0	0,1692	0,1275	2,1326	1,6277	1,5556	0,2276	3,5	9	0,3774
7,73	2,1436	0,570	0,3375	0,060	0,495	0,6513	0,0435	0,2100	0	0,1692	0,1725	2,1436	1,6486	1,5736	0,2462	4,1	8,5	0,3900
7,96	2,1480	0,615	0,3150	0,060	0,540	0,7244	0,0430	0,2100	0	0,1880	0,1500	2,1480	1,6080	1,5330	0,2490	4,0	9	0,4350
7,96	2,1550	0,615	0,3195	0,0635	0,535	0,7232	0,0430	0,2175	0	0,1504	0,1725	2,1550	1,6200	1,5400	0,2420	3,9	9	0,4263
7,19	2,2502	0,69	0,3150	0,06	0,618	0,6173	0,0980	0,2475	0	0,2440	0,1425	2,2502	1,6322	1,5602	0,2230	4,5	8,5	0,4943
7,36	2,2114	0,687	0,3150	0,0612	0,5605	0,6242	0,0843	0,2100	0	0,1880	0,1875	2,2114	1,6509	1,5744	0,2268	4,5	8,4	0,4555
7,36	2,2280	0,60	0,3375	0,0672	0,516	0,6296	0,0840	0,2100	0	0,1880	0,1877	2,2280	1,6670	1,6280	0,2251	4,5	8,5	0,4110
7,36	2,1972	0,615	0,3375	0,0648	0,584	0,6293	0,0830	0,2100	0	0,1504	0,1600	2,1972	1,6632	1,5822	0,2010	4,0	8,5	0,4290
8,77	2,4772	0,600	0,1800	0,0744	0,507	0,7049	0,1096	0,2475	0	0,1880	0,1500	2,4676	1,9606	1,8676	0,2363	4,8	8,0	0,3833
8,49	2,4687	0,487	0,3150	0,0672	0,4038	0,7110	0,0925	0,1912	0	0,1880	0,1855	2,4687	2,0649	1,9817	0,2438	4,5	8,3	0,3082

Laufende Nr.	Gemarkung und Lage	Bodenart und Düngung	Traubensorte	Beobachtete Krankheiten u. Schädlinge Mittel, die dagegen angewendet wurden	Zeit der Lese und Beschaffenheit der Trauben (Art der Fäule)	Klimatische Verhältnisse, die etwa auf die Trauben besonders eingewirkt haben	Zeitpunkt der Untersuchung	Farbe des Weines	Spezifisches Gewicht
101	**3. Untersuchung** nach dem 2. Abstich Weinsberg	Schwerer Keupermergel	Gewürztraminer	Zweimal gespritzt und geschwefelt	3. Nov. 1903	gut	1904 7. VIII.	weiß	0,9968
102	**4. Untersuchung** nach dem 2. Abstich Weinsberg	„	„	„	„	„	30. VIII.	„	0,9968
103	**1. Untersuchung** 1. Abstich Weinsberg, südl. Lage	„	weiß. Riesling	„	29.—31. Okt.	„	24. II.	„	0,9961
104	**2. Untersuchung** 2. Abstich Weinsberg, südl. Lage	„	„	„	„	„	25. VI.	„	0,9955
105	**3. Untersuchung** nach dem 2. Abstich Weinsberg	„	„	„	„	„	3. VIII.	„	0,9955

Der Qualität nach erreichen die 1903er württembergischen Weine nicht diejenigen des Jahrganges 1900. Die Traubensäfte haben, wie von vornherein zu erwarten war, mit einigen Ausnahmen nur einen leichten Mittelwein ergeben.

Die Proben der Weine, welche zur weinstatistischen Untersuchung herangezogen wurden, stammen aus Betrieben, von denen mit Bestimmtheit angenommen werden muß, daß sie nur naturreine Weine führen. Bei der Einforderung der Proben wurden deshalb nicht, wie es bei der Probeentnahme der Moste geschieht, die Assistenten der Versuchsanstalt verwendet, vielmehr wurden die zu den weinstatistischen Untersuchungen erforderlichen Weine durch Rundschreiben von den Besitzern der betreffenden Weingüter erbeten. Es wurde darauf gesehen, daß nicht nur Weine von besserer, sondern auch solche von geringerer Qualität eingeliefert wurden. Diese Proben wurden in den meisten Fällen unmittelbar nach der Einlieferung untersucht, um eine Veränderung derselben auf der Flasche zu verhüten, wodurch unter Umständen ein falsches Bild von der Zusammensetzung des betreffenden Weines erhalten werden kann. Die Untersuchungszahlen sind in der vorstehenden Tabelle zusammengestellt.

Übersieht man die Zahlen dieser Tabelle, so zeigt es sich, daß von den untersuchten 105 Weinen die Alkoholgehalte liegen:

zwischen 5—6 % bei 8 Weinen
„ 6—7 „ „ 37 „
„ 7—8 „ „ 44 „
„ 8—9 „ „ 16 „

In 100 ccm sind enthalten g																Alkali der Asche in ccm $^{1}/_{4}$ N.-Lauge	Verhältnis von Alkohol zu Glyzerin = 100:	Säurerest nach Möslinger
												Extrakt						
Alkohol	Extrakt	Freie Säuren (Gesamtsäuren)	Milchsäure	Flüchtige Säuren	Nichtflüchtige Säuren	Glyzerin	Zucker	Gesamtweinsteinsäure	Freie Weinsteinsäure	Weinstein	Weinsteinsäure an alkalische Erden gebunden	nach Abzug der 0,1 g übersteigenden Zuckermenge	nach Abzug der 0,1 g übersteigenden Zuckermenge u. der nichtflüchtigen Säuren	nach Abzug der 0,1 g übersteigenden Zuckermenge u. der Gesamtsäure	Mineralbestandteile			
7,87	2,5460	0,6075	0,2250	0,0528	0,541	0,6915	0,0908	0,1912	0	0,1786	0,1950	2,5460	2,0050	1,9335	0,2490	4,5	8,8	0,4454
7,94	2,4652	0,6075	0,1800	0,0528	0,541	0,6913	0,0904	0,1912	0	0,1786	0,1950	2,4652	1,9242	1,8577	0,2484	4,5	8,7	0,4454
8,07	2,3208	0,868	0,1800	0,060	0,793	0,9234	0,1247	0,2850	0	0,1880	0,1500	2,2961	1,5031	1,4281	0,1902	4,0	10,1	0,6505
8,00	2,1756	0,645	0,2700	0,0816	0,543	0,9234	0,0925	0,2550	0	0,0940	0,1877	2,1756	1,6326	1,5306	0,1916	3,5	11	0,4305
8,00	2,1756	0,637	0,2610	0,0816	0,535	0,9260	0,0856	0,2475	0	0,0940	0,1875	2,1756	1,6406	1,5386	0,2000	4,0	11	0,4113

Die Gesamtsäuregehalte bewegen sich:

zwischen	0,4—0,5 g in 100 ccm Wein bei	1 Wein
„	0,5—0,6 „ „ „ „ „ „	7 Weinen
„	0,6—0,7 „ „ „ „ „ „	41 „
„	0,7—0,8 „ „ „ „ „ „	15 „
„	0,8—0,9 „ „ „ „ „ „	9 „
„	0,9—1,0 „ „ „ „ „ „	14 „
„	1,0—1,1 „ „ „ „ „ „	14 „
„	1,1—1,2 „ „ „ „ „ „	3 „
„	1,2—1,3 „ „ „ „ „ „	1 Wein

Eine wichtige Frage ist es, ob die untersuchten württembergischen Naturweine sämtlich den vom Weingesetze resp. den vom Bundesrat festgesetzten Minimalgehalten an Extrakt- und Aschenbestandteilen entsprechen. Die Untersuchungszahlen der Tabelle I zeigen, daß tatsächlich einige Naturweine, so z. B. Nr. 2 in den Extraktresten erheblich unterhalb der gesetzlichen Mindestgrenze liegen (vergl. auch Nr. 30, 32, 36, 51, 55).

Daß das Pasteur'sche Alkohol-Glyzerinverhältnis bei Naturweinen nicht immer zutrifft, wie übrigens aus den Forschungen Wortmann's, Kulisch's und Mach's klar hervorgeht, zeigen die Untersuchungen der Naturweine Nr. 6, 25, 26, 32, 40 und 53.

Der untersuchte Portugieserwein Nr. 7 zeigt einen sehr hohen Extraktgehalt und sehr hohe Extraktreste.

Was die Säurereste nach Möslinger betrifft, so liegen dieselben, wie auch in den Ergebnissen der Weinstatistik für 1902 ‚Seite 33‘ hervorgehoben wurde, bis auf sehr wenige Ausnahmen ganz erheblich über der von Möslinger geforderten Grenze (0,28). Diese Ausnahmen sind Nr. 52 = 0,2948, Nr. 50 = 0,3630, Nr. 57 = 0,3685, Nr. 17 = 0,3603. Den höchsten Säurerest hat der Wein Nr. 32 mit 0,9588, derselbe Wein, welcher weder in den Extraktresten den gesetzlichen Bestimmungen genügt, noch dem Pasteur'schen Alkohol-Glyzerinverhältnisse Genüge leistet!

In Betracht zu ziehen ist endlich der Gehalt der Weine an Milchsäure. In dieser Hinsicht geben die von der Versuchsanstalt ausgeführten Serienuntersuchungen (vergl. Tabelle II) interessante Aufschlüsse.

Dieselben Weine aus verschiedenen Betrieben wurden zu verschiedenen Zeiten wieder untersucht. Um die Garantie zu haben, daß tatsächlich stets derselbe Wein der Untersuchung unterzogen wurde, war angeordnet worden, daß der betreffende Wein beim ersten Abstich in etwas kleinere Fässer abgelassen wurde, während der übrig bleibende Wein aus dem ersten Faß als Füllwein benutzt wurde. Auf diese Weise gelangte kein fremder Wein zu den früher untersuchten. Zu den Serienuntersuchungen wurden folgende Weine herangezogen:

1a Weißgemisch von der Fürstl. Hohenlohe'schen Domäne Öhringen,
1b Weißgemisch von derselben,
Karlsberger Süßrot von der Fürstl. Hohenlohe'schen Domäne Weikersheim,
Karlsberger Weiß von derselben,
Schmecker Weiß von derselben,
Trollinger von der Kgl. Weinbauschule Weinsberg,
Traminer von derselben,
Weißriesling von derselben,
Weißriesling vom Eilfingerberg von der Kgl. Hofdomänenkammer Stuttgart,
Weiß von der Prag von derselben,
Rot von der Prag von derselben,
Trollinger von Untertürkheim von derselben.

Den Besitzern und Verwaltern der Weingüter, welche in liebenswürdigster Weise die Weine zum Versuch zur Verfügung stellten, sei auch an dieser Stelle der verbindlichste Dank gesagt.

Bei der Serienuntersuchung der genannten Weine stellte sich als gemeinsames Resultat heraus, daß während der Gärung bis zum ersten Abstich der Wein nur wenig Milchsäure gebildet hatte. Erst später tritt eine Zunahme des Milchsäuregehaltes der Weine ein. In einigen Fällen konnte auch eine Abnahme des Milchsäuregehaltes konstatiert werden, nachdem ein Maximum an Milchsäure gebildet war. Der Gehalt der Weine an Milchsäure war, wie aus der Tabelle hervorgeht, in zahlreichen Fällen ein relativ hoher, obgleich die betreffenden Weine keineswegs etwa krank waren. Über die Bildung und Zerstörung der Milchsäure durch Organismen wird demnächst an anderer Stelle eine ausführliche Abhandlung erscheinen.

5. Baden.

Bericht der Großherzoglichen landwirtschaftlichen Versuchsanstalt Augustenberg.
Prof. Dr. J. Behrens.

Ergebnisse der Untersuchung von Weinen des Jahrgangs 1903.

Über die Witterungsverhältnisse, unter denen die Weine des Jahrgangs 1903 erwachsen sind, ist bereits in der Übersicht über die Ergebnisse der Moststatistik[1]) ausführlich berichtet. Ebenso ist dort über das Auftreten von Rebenschädlingen Näheres mitgeteilt. Das Mostgewicht des 1903ers war im allgemeinen niedrig, der Säuregehalt dagegen hoch (in 54% der Fälle über 10‰).

Die Weine, soweit sie aus gesunden Trauben gekeltert wurden, bauten sich indessen gut, und die Säure nahm, wie die nachstehende Übersicht über die Einzelergebnisse der Untersuchung zeigt, ganz wesentlich ab.

Untersucht wurden für die Zwecke der Weinstatistik 23 Weine, darunter 5 Rotweine resp. Weißherbste, zu denen allerdings auch der hochfarbige Ruländer Nr. 17 gerechnet ist, der seine Farbe der Vergärung auf den Trestern verdankt.

Die Einzelergebnisse der Untersuchung sind in der umstehenden Tabelle I mitgeteilt.

Es konnten in dem eingesandten Material aus Material- und Zeitmangel nicht immer alle im Programm der weinstatistischen Untersuchungen vorgesehenen Bestimmungen gemacht werden. Angefügt sei der Tabelle noch, daß bei den Weinen Nr. 10—13 die Sorte Elbling sicher eine große Rolle spielt.

Eine Zusammenstellung der gefundenen Maximal- und Minimalwerte lassen wir in Tabelle II folgen.

Tabelle II.

		g in 100 ccm	
		Maximum	Minimum
Alkohol	weiß	8,80	3,93
	rot	8,28	6,97
Extrakt	weiß	2,750	1,789
	rot	2,939	2,046
Mineralstoffe	weiß	0,351	0,234
	rot	0,373	0,174
Freie Säure	weiß	1,245	0,510
	rot	0,680	0,490

In Extrakt und Aschengehalt erfüllen also alle Weine die Anforderungen der am 2. Juli 1901 erlassenen Ausführungsbestimmungen zum Gesetz vom 24. Mai 1901, den Verkehr mit Wein betreffend.

[1]) Ergebnisse der Moststatistik für 1903. Arb. aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte Bd. XXII, Heft 1, 1904, S. 141 ff.



Tabelle

Lfde. Nr.	Ursprungsort	Traubensorte	Rot oder weiß	Tag des Einlaufs	Spez. Gewicht bei 15° C	In 100 ccm Alkohol	Extrakt	Freie Säuren (Gesamtsäure)	Milchsäure
									I. See-
1	Hagnau	Bodenseeburgunder	rot	17. VI. 04	0,9977	6,97	2,430	0,68	—
2	Meersburg	Rulånder	weiß	"	0,9933	8,80	2,085	0,57	—
						II.	Markgräfler		
3	Weil	Gutedel	weiß	12. II. 04	—	8,40	2,164	0,725	—
4	"	"	"	"	—	8,51	1,945	0,495	—
5	Haltingen	"	"	"	—	8,34	1,842	0,490	—
6	Auggen	"	"	25. X. 03	—	7,50	2,800	1,000	—
7	"	"	"	12. XII. 03	0,9958	7,46	2,149	0,585	0,303
8	Muggart	"	"	15. IV. 04	0,9966	7,24	2,206	0,830	—
9	Ballrechten	"	"	"	0,9960	7,46	2,135	0,770	—
						III.	Kaiserstuhl		
10	Achkarren	—	weiß	15. IV. 04	0,9966	6,82	2,063	0,625	—
11	Köndringen	—	"	29. X. 03	—	4,12	2,217	1,200	—
12	Tutschfelden	—	"	22. X. 03	1,0028	3,93	2,166	1,245	—
13	Köndringen und Oberschopfheim	—	"	21. V. 04	0,9987	5,12	1,957	0,700	—
									IV. Orte-
14	Neuweier	—	weiß	7. VIII. 04	0,9970	6,67	2,154	0,780	—
15	Durbach	Clevner	rot	30. VII. 04	0,9943	8,26	2,083	0,520	—
16	"	Weißherbst	"	"	0,9945	8,07	2,071	0,510	—
17	"	Rulånder	weiß hochfarbig	"	0,9946	8,28	2,068	0,550	—
									V. Tauber-
18	Distelhausen	Gutedel u. Sylvaner	weiß	11. VII. 04	0,9958	6,97	1,896	0,700	—
19	Königheim	"	"	"	0,9970	6,59	1,909	0,500	—
20	"	"	"	"	0,9970	6,62	1,948	0,710	—
21	Tauberbischofsheim	"	"	"	0,9963	6,67	1,789	0,570	—
									VI. Berg-
22	Weinheim	Riesling	weiß	18. VI. 04	0,9962	8,35	2,654	0,620	—
23	"	Portugieser	rot	"	0,9989	7,66	3,019	0,550	—

Insbesondere sei hervorgehoben, daß der sicher naturreine Portugieser (Nr. 23), allerdings auf den Trestern vergoren (Rotwein), sich sogar durch hohen Extrakt- und Aschengehalt (3,019 bezw. 0,373 g) auszeichnet. Es ist nicht leicht, naturreinen Portugieser Wein zu erhalten, da das Produkt der Portugiesertraube fast ausschließlich zu Verschnittzwecken verwendet und zu diesem Behuf neutralisiert d. h. mit Zuckerwasser gestreckt wird.

Der Säuregehalt ist nur hoch bei den in ganz jugendlichem Zustande unter-

I.

sind enthalten g														
Flüchtige Säure	Nichtflüchtige Säure	Glyzerin	Zucker	Gesamtweinsäure	Freie Weinsäure	Weinstein	Weinsäure an Erdalkalien gebunden	Extrakt nach Abzug der 0,1 g übersteigenden Zuckermenge	Extrakt nach Abzug der nichtflüchtigen Säure	Extrakt n. Abzug der Gesamtsäure (Extraktrest)	Mineralstoffe	Verhältnis von Glyzerin zu Alkohol	Säurerest	Bemerkungen
weine.														
0,064	0,60	—	0,120	0,307	0	—	—	2,410	1,810	1,730	0,265	—	0,447	—
0,048	0,51	—	0,101	0,242	0,062	—	—	2,084	1,574	1,514	0,174	—	0,358	—
Weine.														
0,024	0,695	—	0,135	0,202	0	—	—	2,129	1,434	1,404	0,229	—	0,594	—
0,024	0,465	—	0,130	0,152	0	—	—	1,915	1,450	1,420	0,221	—	0,389	Neigung zum Rahnwerden.
0,024	0,460	—	0,118	0,212	0	—	—	1,824	1,364	1,334	0,209	—	0,354	desgl.
0,054	0,932	—	0,150	—	—	—	—	2,750	1,818	1,750	0,351	—	—	—
0,044	0,530	—	0,120	0,262	0	0,225	0,082	2,129	1,599	1,544	0,244	—	0,399	—
0,024	0,800	—	0,100	0,267	0,018	—	—	2,206	1,406	1,376	0,194	—	0,687	—
0,028	0,735	—	0,100	0,257	0,0075	—	—	2,135	1,400	1,365	0,195	—	0,603	—
und Breisgau.														
0,036	0,580	—	0,120	0,247	0	—	—	2,043	1,463	1,418	0,217	—	0,457	—
0,020	1,175	—	0,100	0,532	0,162	—	—	2,217	1,042	1,017	0,229	—	0,828	—
0,012	1,230	—	0,100	0,512	vorhanden	—	—	2,166	0,936	0,921	0,246	—	—	—
0,048	0,640	—	0,125	0,272	0	—	—	1,932	1,292	1,232	0,209	—	0,504	—
nau.														
0,056	0,710	0,651	0,135	0,347	0,087	0,087	0,190	2,119	1,409	1,339	0,229	1 : 10,2	0,493	—
0,052	0,455	0,639	0,130	0,177	0	0,225	0	2,053	1,598	1,533	0,234	1 : 13	0,367	—
0,032	0,470	0,625	0,125	0,162	0	0,213	0	2,046	1,576	1,536	0,256	1 : 13	0,389	—
0,044	0,495	0,659	0,120	0,177	0	0,188	0,067	2,048	1,553	1,498	0,241	1 : 12,6	0,407	—
thal.														
0,060	0,625	—	0,100	0,247	0,057	—	—	1,896	1,271	1,196	0,184	—	0,488	—
0,036	0,455	—	0,111	0,282	0,062	—	—	1,898	1,443	1,398	0,190	—	0,283	—
0,060	0,635	—	0,115	0,227	0	—	—	1,933	1,298	1,223	0,184	—	0,522	—
0,032	0,530	—	0,100	0,250	0,052	—	—	1,789	1,259	1,219	0,184	—	0,378	—
straße.														
0,060	0,545	—	0,200	0,167	0	—	—	2,554	2,009	1,934	0,275	—	0,462	—
0,064	0,470	—	0,180	0,162	0	—	—	2,939	2,469	2,389	0,378	—	0,389	—

suchten Weinen (Oktober 1903). Bei einigen Weinen, die bereits als Moste untersucht wurden, ist die Abnahme direkt nachweisbar. Es enthielten Säure

Nr.	als Most g	als Wein g	Abnahme um %
2	1,02	0,57	44
14	1,09	0,78	28
18	0,89	0,700	21

Das Verhältnis von Mineralstoffen und Extrakt bewegt sich in den gewohnten Grenzen, um 1 : 10 herum, mit kleinen Abweichungen nach oben und unten, die aber um so weniger auffallen können, als an sich die Gesamtmenge der nichtflüchtigen Bestandteile des Traubensaftes mit dem Gehalt von Aschenbestandteilen keinerlei Zusammenhang und Beziehung hat. Das gewöhnliche Verhältnis (1 : 10) entbehrt daher überhaupt einer tieferen Begründung.

Über die Schwankungen im sogenannten Extraktrest gibt die Tabelle III Auskunft.

Tabelle III.

		Maximum g	Minimum g
Extrakt nach Abzug der nichtflüchtigen Säure	weiß	2,009	0,936
	rot	2,469	1,553
Extrakt nach Abzug der Gesamtsäure	weiß	1,934	0,921
	rot	2,389	1,498

Unter den 23 Weinen sind nicht weniger als 2, die Breisgauer Nr. 11 und 12, welche den bundesrätlichen Bestimmungen zur Ausführung des Gesetzes über den Verkehr mit Wein, weinhaltigen und weinähnlichen Getränken vom 2. Juli 1901 nicht entsprechen. Bei Nr. 11 sinkt der nach Abzug der nichtflüchtigen Säuren verbleibende Extraktgehalt auf 1,042 g, bei Nr. 12 gar auf 0,936 g, und während bei Nr. 11 der nach Abzug der Gesamtsäuren verbleibende Extraktgehalt noch über 1 g (auf 1,017 g) bleibt, beträgt er selbstverständlich bei Nr. 12 weit unter 1 g, nur 0,921 g. Beide Weine, die sicher und zweifellos naturrein sind, würden also den gesetzlichen Anforderungen für „verbesserte“ Weine nicht genügen, was zu Schwierigkeiten beim Verkauf Veranlassung gibt. Bei mäßiger Verbesserung (Verlängerung) wird übrigens im vorliegenden Falle die Grenzzahl wieder erreicht und überschritten.

Der Milchsäuregehalt konnte nur bei einem Wein bestimmt werden, einem Markgräfler (Nr. 7), der, bald nach Beendigung der Hauptgärung untersucht, den hohen Milchsäuregehalt von 0,303 g in 100 ccm aufwies.

Der sogenannte Säurerest bleibt mit einer Ausnahme (Nr. 19) über dem vorgeschlagenen Grenzwerte (0,3). Ein Taubergründer, aus Gutedel und Sylvaner gekelterter Wein zeigt einen Säurerest von nur 0,283.

An der Naturreinheit desselben besteht kein Zweifel, und nichts deutet ferner darauf hin, daß der Wein etwa außergewöhnlich lange und stark auf den Trestern angegoren wäre. Der Glyzeringehalt ist nur bei den 4 Weinen der Ortenau bestimmt. Zu Bemerkungen gibt derselbe keinen Anlaß. Entsprechend dem Beschlusse der Kommission für amtliche Weinstatistik wurde auch das nichts Außergewöhnliches bietende Glyzerin-Alkohol-Verhältnis bei diesen Weinen in die Tabelle eingefügt.

Nachdem indes bereits früher Wortmann in mehreren Arbeiten[1]) den Nachweis geführt hat, daß die Glyzerin-Produktion durch die Hefe mit deren Gärtätigkeit, also mit der Alkoholproduktion, in keinerlei Zusammenhang steht, daß das Glyzerin nicht

[1]) Landwirtschaftliche Jahrbücher XXI, 1892, S 901; XXIII, 1894, S. 536; XXVII, 1898, S. 631.

ein Produkt der Gärung, sondern des sonstigen Stoffwechsels der Hefe ist, und nachdem dieser Nachweis neuerdings auch von Seiffert und Reisch[1]) auf anderem Wege bestätigt wurde, dürfte der Verwertung des Glyzerin-Alkohol-Verhältnisses bei der Beurteilung der Weine jeder Boden entzogen sein. Das Verhältnis selbst ist als ein mehr zufälliges aufzufassen, dem eine weitere Bedeutung nicht zukommt. Es ist abhängig von den Eigenschaften der im Wein tätigen Hefe, wohl auch sonstiger Organismen, und von den äußeren Verhältnissen, welche die Tätigkeit der Hefe, den Ausbau des Weines im Keller, beeinflußten.

Freie Weinsäure enthalten von 22 darauf untersuchten Weinen 9. Der Höchstgehalt beträgt 0,162 g bei einem als Jungwein untersuchten Köndringer Wein, der aus unreifen minderwertigen Trauben erhalten ist und diesen seinen Charakter auch durch den geringen Alkoholgehalt sowie den hohen Säuregehalt verrät. Der Mindestgehalt ist 0,0075 g bei einem Ballrechter (Markgräfler) Wein.

Die Weine 3, 4 und 5 wurden untersucht beim ersten Ablassen, das in der dortigen Gegend erst sehr spät, Anfang Februar, geschieht. Daß das zu spät ist, zeigte die mikroskopische Untersuchung des Trubes und zum Teil auch die Trübung des Weines. Die Hefe des Bodensatzes erwies sich als erschöpft, inhaltsleer. Das Plasma war körnig. Glykogen fehlte vollständig. Zum Teil war die Hefe bereits zerfallen und waren die lichtbrechenden Inhaltskörnchen frei geworden. Die chemiche Untersuchung des Weines nach dem üblichen Schema hat allerdings eine Wirkung des zu langen Liegens auf der Hefe nicht erkennen lassen, zunächst wohl hauptsächlich, weil das Vergleichsmaterial fehlt. Sonst würde wahrscheinlich eine, wenn auch geringe Erhöhung des Extraktgehaltes zu konstatieren sein. Die Produkte der Hefezersetzung aber, seien diese nur autolytischer Natur oder von anderen Organismen (Bakterienfäulnis) hervorgebracht, vermag die übliche schulmäßige Art der Analyse naturgemäß nicht nachzuweisen. Es ist indes wohl kein Zweifel, daß solche sich in derartigen Weinen finden müssen.

6. Hessen.

A. Rheinhessen.

Bericht des chemischen Untersuchungsamtes Mainz. **Prof. Dr. Mayrhofer.**

Die Ernteaussichten für 1903 waren bis August trotz der außerordentlich wechselnden Jahreswitterung im allgemeinen günstige und hätten August und September ihre Schuldigkeit getan, wäre ein gutes Weinjahr sicher gewesen. Immerhin ist die Qualität des 1903er eine bessere als die des Jahrganges 1902 und lieferte einen brauchbaren Mittelwein, wenn auch vielfach hier die durch Mitkelterung fauler Trauben bedingten Begleiterscheinungen auftreten. Was die Menge anbelangt, so war dieselbe befriedigend.

---

[1]) Zentralblatt für Bakteriol. und Parasitenkunde II. Abt. Bd. XII, 1904, S. 574 ff.

Weine des

Laufende Nr.	Gemarkung und Lage	Bodenart und Düngung	Traubensorte	Beobachtete Krankheiten u. Schädlinge. Mittel, die dagegen angewendet wurden	Zeit der Lese und Beschaffenheit der Trauben (Art der Fäule)	Klimatische Verhältnisse, die etwa auf die Trauben besonders eingewirkt haben	Zeitpunkt der Untersuchung	Farbe des Weines	Spezifisches Gewicht
1	Alsheim	—	Österreicher	—	—	—	1904 August	weiß	0,9965
2	"	—	"	—	—	—	"	"	0,9974
3	Bornheim	—	"	—	—	—	"	"	0,9965
4	"	—	"	—	—	—	"	"	0,9981
5	Framersheim	—	"	—	—	—	"	"	0,9968
6	Oppenheim, Garten und Hang	—	Burgunder, Portugieser, Rulânder,	—	—	—	Februar	"	0,9980
7	Oppenheim, Zuckerberg und Klänerchen	—	Burgunder und Österreicher	—	—	—	"	"	0,9979
8	Oppenheim, Zuckerberg	—	Österreicher	—	—	—	"	"	0,9965
9	"	—	Österreicher und Riesling	—	—	—	"	"	0,9961
10	Oppenheim, Reservoir	—	"	—	—	—	"	"	0,9961
11	"	—	"	—	—	—	"	"	0,9969
12	Oppenheim, Hang	—	"	—	—	—	"	"	0,9977
13	Oppenheim, Hang und Garten	—	Österreicher und Burgunder	—	—	—	"	"	0,9972
14	Oppenheim, Zuckerberg	—	Österreicher und Riesling	—	—	—	"	"	0,9971
15	Oppenheim, Durchgang	—	"	—	—	—	"	"	0,9960
16	Oppenheim, Reservoir und Zuckerberg	—	Riesling	—	—	—	"	"	0,9957
17	Pleitersheim	—	Österreicher	—	—	—	"	"	0,9982
18	Volxheim	—	"	—	—	—	"	"	0,9987

Jahres 1903.

In 100 ccm sind enthalten g																				
												Extrakt								
Alkohol	Extrakt	Freie Säuren (Gesamtsäure)	Milchsäure	Flüchtige Säuren	Nichtflüchtige Säuren	Glyzerin	Zucker	Gesamtweinsteinsäure	Freie Weinsteinsäure	Weinstein	Weinsteinsäure an alkalische Erden gebunden	nach Abzug der 0,1 g übersteigenden Zuckermenge	nach Abzug der 0,1 g übersteigenden Zuckermenge u. der nichtflüchtigen Säuren	nach Abzug der 0,1 g übersteigenden Zuckermenge u. der Gesamtsäure	Mineralbestandteile	Alkali der Asche in ccm N.-Lauge	Verhältnis von Alkohol zu Glyzerin = 100:	Säurerest nach Möslinger	Kochsalz
8,21	2,671	0,505	—	0,040	0,455	0,760	Spur	0,188	fehlt	—	—	2,671	2,216	2,166	0,253	1,75	9,25	0,361	—
8,07	2,830	0,525	—	0,032	0,485	0,755	„	0,198	„	—	—	2,830	2,345	2,305	0,268	1,85	9,35	0,386	—
6,79	1,985	0,668	0,410	0,066	0,585	0,540	unter 0,1	0,177	„	0,056	0,132	1,985	1,400	1,317	0,227	1,25	7,95	0,496	0,006
6,14	2,230	0,705	0,485	0,046	0,648	0,395	Spur	0,270	0,015	0,113	0,165	2,230	1,582	1,525	0,221	1,70	6,34	0,505	0,006
6,08	1,944	0,465	—	0,044	0,409	0,538	„	0,135	fehlt	0,132	0,030	1,944	1,535	1,479	0,216	1,70	8,85	0,341	0,005
6,59	2,399	0,615	—	0,041	0,564	0,598	fehlt	0,173	„	0,216	fehlt	2,399	1,835	1,784	0,266	2,70	9,07	0,478	0,003
6,99	2,529	0,465	—	0,041	0,414	0,532	Spur	0,128	„	0,160	„	2,529	2,115	2,064	0,314	2,25	7,68	0,350	0,005
7,39	2,338	0,435	—	0,042	0,382	0,691	0,124	0,165	„	0,206	„	2,314	1,931	1,879	0,246	2,00	9,35	0,300	0,005
7,66	2,383	0,495	—	0,038	0,447	0,731	fehlt	0,165	„	0,206	„	2,383	1,936	1,888	0,235	2,40	9,54	0,364	0,002
7,33	2,238	0,450	—	0,038	0,402	0,708	„	0,188	„	0,235	„	2,238	1,836	1,788	0,238	2,70	9,66	0,308	0,002
7,19	2,306	0,495	—	0,032	0,454	0,487	Spur	0,222	„	0,235	0,035	2,306	1,852	1,811	0,251	2,45	6,79	0,343	0,005
6,93	2,395	0,540	—	0,042	0,487	0,545	0,120	0,195	„	0,226	0,015	2,375	1,888	1,835	0,251	2,30	7,85	0,389	0,005
7,26	2,456	0,525	—	0,038	0,477	0,637	fehlt	0,140	„	0,175	fehlt	2,456	1,979	1,931	0,275	2,15	8,77	0,407	0,005
7,39	2,432	0,503	—	0,038	0,455	0,667	„	0,165	„	0,207	„	2,432	1,977	1,929	0,264	2,25	9,01	0,372	0,003
7,39	2,242	0,450	—	0,038	0,402	0,669	Spur	0,158	„	0,197	„	2,242	1,840	1,792	0,252	2,8	8,24	0,323	0,002
8,07	2,433	0,600	—	0,034	0,558	0,740	0,135	0,135	„	0,132	0,023	2,398	1,840	1,798	0,189	1,75	9,23	0,490	0,005
5,83	2,033	0,533	—	0,034	0,491	0,522	fehlt	0,158	„	0,160	0,030	2,033	1,542	1,500	0,255	1,95	8,95	0,412	0,011
5,38	2,110	0,653	—	0,024	0,623	0,513	„	0,180	„	0,103	0,098	2,110	1,487	1,457	0,222	1,60	3,56	0,533	0,005

B. Bergstraße, Oden-

Bericht des chemischen Untersuchungs-

Tabelle

Weine des

Weinbaugebiet

Laufende Nr.	Gemarkung	Lage	Bodenart	Düngung	Gehört die Lage zu den besten, mittleren oder geringeren Weinbergen	Traubensorte	Beobachtete Krankheiten und Schädlinge	Mittel, die dagegen angewendet wurden	Zeit der Lese Oktober 1903	Beschaffenheit der Trauben (Art der Fäule)	Klimatische Verhältnisse, die etwa auf die Trauben eingewirkt haben	Zeit der Untersuchung August 1904	Farbe des Weines	Spezifisches Gewicht des Weines bei 15° C.	Polarisation 200 mm Rohr in Kreisgraden
1	Alsbach	Schloßberg	Löß		beste	Österr., Riesl.	keine		16.	gesund	gut	6.	hellgelb	0,9917	±0
2	"	Rottberg	"		"	Riesling	"		16.	"	"	6.	"	0,9879	−0,1
3	"	"	"		"	Portugieser	"		18.	"	"	6.	rötlich	0,9988	−0,1
4	Auerbach	Schloßberg	Stein		mittl.	Österr., Riesl.	"		18.	"	"	3.	hellgelb	0,9929	−0,1
5	"	Rottberg, Emmertal	Stein, Lehm		mittlere und beste	"	"		10.	1/2 faul	"	3.	"	0,9932	±0
6	"	Rottberg	Stein		mittl.	Riesling	"		10.	"	"	3.	"	0,9930	−0,2
7	"	Rott-, Kalberg	Stein, Lehm		beste	Österr., Riesl.	"		11.	"	"	3.	"	0,9935	−0,4
8	"	Kalberg	Lehm		mittl.	Österreicher	"		10.	"	"	3.	"	0,9923	±0
9	"	Rott-, Kalberg	Stein, Lehm		"	Österr., Riesl.	"		10.	nicht ganz frei	"	3.	"	0,9929	−0,1
10	"	Emmertal, Grieselberg	"		"	"	"		10.	"	"	3.	"	0,9951	±0
11	"	Emmertal	Stein		"	"	"		10.	gesund	"	3.	"	0,9959	−0,2
12	"	Grieselberg	Lehm		gering.	Österreicher	"		10.	"	"	3.	"	0,9958	±0
13	"	Rottberg	Stein		beste	Österr., Riesl.	"		10.	"	"	3.	"	0,9963	±0
14	Bensheim	Hamsberg	Löß		mittl.	Riesling	"		10.	"	"	4.	"	0,9967	−0,2
15	"	Hohberg	Kies, Letten		beste	"	"			"	"	4.	"	0,9951	±0
16	"	Paulus	Letten		mittl.	"	"			"	"	4.	"	0,9961	±0
17	"	Hohberg	Kies		beste	"	"			"	"	4.	"	0,9968	±0
18	"	"	"		"	"	"			"	"	4.	dunkelgelb	0,9989	−0,2
19	"	Käsetal	Löß		"	"	"			"	"	4.	hellgelb	0,9977	±0
20	"	Kirchberg	Kies		"	"	"			"	"	4.	"	0,9968	±0
21	"	Brunnenweg	"		"	Portugieser	"			"	"	4.	Burgund.	0,9961	−0,3
22	"	Paulus	"		mittl.	Riesling	"			"	"	4.	hellgelb	0,9957	−0,2
23	"	Hemsberg	Löß		"	"	"			"	"	4.	dunkelgelb	0,9955	±0
24	Heppenheim	Weißer Rain	"		"	Österreicher	nicht frei	gespritzt und geschwefelt		"		10.	hellgelb	0,9969	−0,1
25	"	Kies	"	Stallmist	beste	"	keine			teilw. Fäulnis	Hagelschlag	10.	"	0,9965	±0
26	"	Mausenest	"		mittl.	"	"			"		10.	"	0,9962	−0,2
27	"	Stemmler, Kies	"		beste	"	"			gesund	gut	10.	"	0,9979	±0
28	"	Blinzig	Kies, Stein		"	"	"			teilw. Fäulnis	"	10.	"	0,9966	±0
29	"	Schloßberg, Steinkopf	Stein		"	"	"			gesund	Hagelschlag	10.	"	0,9955	±0
30	"	Steinkopf	Lehm, Sand		"	"	"			"	gut	10.	"	0,9954	−0,1
31	"	Erbel	Löß		mittl.	"	"		Oktober 1903	"	"	10.	"	0,9955	−0,1
32	"	Kies	"		"	"	"			"	"	10.	"	0,9971	±0
33	"	Stemmler	Gemischt		beste	"	"			"	"	10.	"	0,9955	±0
34	Jugenheim	Ebene	Sand		mittl.	Österr., Riesl.	nicht frei			Fäulnis	naßkalt	6.	"	0,9917	−0,1
35	"	"	"		"	"	"			"	"	6.	schw. rötl.	0,9925	±0
36	Seeheim	Verschiedene	Sand, Lehm		"	"	"			"	"	6.	rötl. gelb	0,9933	±0
37	"	"	"		"	"	"			"	"	6.	hellgelb	0,9902	−0,3
38	"	"	"		"	"	"			"	"	6.	"	0,9923	−0,3
39	"	"	"		"	"	"			"	"	6.	"	0,9922	±0
40	"				"	"	"				"	6.	rötl. gelb	0,9920	±0
41	Zwingenberg	Alte Graben	Löß, Lehm		"	Österreicher	keine			nicht frei	gut	4.	hellgelb	0,9919	±0
42	"	Krämer	Löß		"	"	"			"	"	4.	"	0,9923	±0
43	"	Verschiedene	Gemischt		"	"	"			"	"	4.	"	0,9923	−0,2
44	"	Auf der Heide	Löß		"	"	"			"	"	4.	"	0,9929	−0,3
45	"	Krämer	"		"	"	"			"	"	4.	"	0,9924	−0,3
46	"	Braunert	Gemischt		beste	"	"			"	"	4.	"	0,9928	−0,2
47	"	Verschiedene	"		"	"	"			"	"	4.	"	0,9929	±0
48	"	"	"		"	"	"			"	"	4.	"	0,9920	±0
49	"	Traunel	Löß		"	"	"			"	"	4.	"	0,9961	±0

wald und Neckartal.

amtes Darmstadt. Prof. **Dr. Weller.**

I.

Jahres 1903.

Bergstraße.

Alkohol g in 100 ccm	In 100 ccm sind enthalten %											Extrakt						
	Extrakt	Freie Säuren (Gesamtsäure)	Milchsäure	Flüchtige Säuren	Nichtflüchtige Säuren	Glycerin	Zucker	Gesamtweinsteinsäure	Freie Weinsteinsäure	Weinstein	Weinsteinsäure an alkalische Erden gebunden	nach Abzug der 0,1 g übersteigenden Zuckermenge	nach Abzug der nichtflüchtigen Säuren	nach Abzug der freien Säuren	Mineralbestandteile (Asche)	Alkalinität der Asche in ccm N.-Lauge	Verhältnis von Alkohol zu Glyzerin wie 100:	Säurerest
9,63	2,2560	0,6960	0,0860	0,0888	0,5950	0,7043	0,1	0,1875	0	0,2351	0	2,2560	1,6610	1,5600	0,2160	1,30	7,31	0,4962
8,72	1,9420	0,5700	0,0690	0,0852	0,4635	0,6988	0,1	0,2212	0,1312	0,2256	0,0165	1,9420	1,4785	1,3720	0,1720	0,60	8,01	0,2873
8,19	2,2040	0,7350	0,0811	0,0960	0,6250	0,7377	0,1192	0,1837	0,0687	0,2303	0,0152	2,1848	1,5598	1,4498	0,1940	0,90	9,01	0,4988
10,36	2,3400	0,5850	0,0950	0,0768	0,4849	0,7535	0,0911	0,1650	0	0,2375	0	2,3400	1,8551	1,7550	0,2532	1,60	7,27	0,4024
10,29	2,1494	0,5850	0,1005	0,0828	0,4771	0,6979	0,1	0,1725	0	0,1875	0	2,1494	1,6728	1,5644	0,2128	1,65	6,77	0,3909
9,99	2,4020	0,7050	0,0854	0,0792	0,6023	0,6794	0,1	0,1650	0	0,1895	0,0142	2,4020	1,7997	1,6970	0,2544	0,90	6,80	0,5198
7,12	2,7738	0,7425	0,0996	0,0864	0,6307	0,6516	0,1516	0,1425	0	0,1995	0	2,7222	2,0915	1,9797	0,3088	1,50	9,01	0,5595
9,85	2,0134	0,5615	0,1001	0,0732	0,4666	0,6873	0,1	0,1763	0,0191	0,2600	0,0157	2,0134	1,5468	1,5519	0,2212	1,05	6,87	0,3689
10,59	2,3472	0,5925	0,1015	0,0756	0,4937	0,8164	0,1	0,1688	0,0188	0,2125	0,0165	2,3472	1,8535	1,7547	0,2454	1,00	7,71	0,3999
8,14	2,3868	0,6900	0,0779	0,0672	0,6029	0,6729	0,1	0,1763	0,0098	0,2250	0,0154	2,3868	1,7839	1,6968	0,2608	1,10	8,26	0,5123
8,00	2,3112	0,5925	0,0778	0,0732	0,4976	0,7137	0,1	0,1650	0,0630	0,2275	0,0142	2,3112	1,8136	1,7187	0,2498	0,90	8,92	0,3836
8,70	2,7710	0,9375	0,0811	0,0708	0,8452	0,6340	0,1	0,1763	0	0,2250	0	2,7710	1,9258	1,8335	0,2840	1,24	7,28	0,7570
8,84	2,7656	0,9525	0,0819	0,0756	0,8537	0,6527	0,1	0,1688	0	0,2150	0	2,7656	1,9119	1,8131	0,2824	1,30	7,38	0,7693
6,93	2,4774	0,6675	0,0915	0,1176	0,5141	0,6333	0,1	0,1500	0	0,1875	0	2,4774	1,9633	1,8099	0,3070	1,30	9,11	0,4391
6,84	2,3082	0,8025	0,0852	0,1104	0,6595	0,7106	0,1	0,1650	0	0,2425	0,0180	2,3082	1,8487	1,5057	0,2224	1,28	10,32	0,5770
7,66	2,3018	0,6675	0,0711	0,1116	0,5219	0,7115	0,1	0,1575	0	0,2300	0	2,3018	1,7799	1,6343	0,2374	1,24	9,28	0,4532
7,73	2,5252	0,6900	0,0910	0,1140	0,5418	0,6474	0,1	0,1425	0	0,1875	0	2,5252	1,9734	1,8352	0,3392	1,28	8,38	0,4654
7,60	2,9280	1,2375	0,0881	0,1068	1,1231	0,6894	0,1	0,1537	0	0,2550	0,0192	2,9280	1,8049	1,6905	0,3504	1,30	9,07	1,0463
7,19	2,4520	1,1025	0,1105	0,1080	1,0582	0,7253	0,1	0,2025	0,0225	0,1925	0,0180	2,4520	1,3938	1,3495	0,2448	1,20	10,09	0,9577
9,49	2,8126	0,7050	0,0880	0,1020	0,5906	0,6670	0,1	0,1538	0	0,1975	0	2,8126	2,2220	2,1076	0,3204	1,44	6,82	0,5137
8,77	2,3466	0,6075	0,0811	0,1092	0,5022	0,6970	0,1059	0,1425	0	0,2885	0	2,3407	1,8385	1,7332	0,3106	1,24	7,98	0,4258
7,60	2,4114	0,6300	0,0791	0,0984	0,5198	0,6477	0,1	0,2275	0,0705	0,2250	0,0157	2,4114	1,8916	1,7814	0,3220	1,05	8,52	0,3884
10,44	2,2710	0,6225	0,0619	0,0948	0,4941	0,7056	0,1	0,1800	0,0300	0,2400	0,0150	2,2710	1,7769	1,6485	0,2634	1,00	6,75	0,3966
8,21	2,8820	0,8025	0,0960	0,0804	0,7020	0,7277	0,1	0,2325	0,0225	0,2260	0,0223	2,8820	2,1800	2,0795	0,3560	1,40	8,86	0,5745
7,80	2,3678	0,7125	0,0811	0,0672	0,6245	0,6982	0,1	0,2335	0,0160	0,2720	0,0225	2,3678	1,7433	1,6553	0,3192	1,36	8,92	0,4938
7,73	2,5138	0,7350	0,0912	0,0720	0,6450	0,6605	0,1	0,2400	0,0675	0,2013	0,0210	2,5138	1,8688	1,7788	0,3178	1,20	8,55	0,4912
7,33	2,5346	0,8176	0,1101	0,0900	0,7050	0,6615	0,1	0,2063	0,0958	0,2419	0,0190	2,5346	1,8296	1,7171	0,3160	0,90	9,02	0,5339
9,27	2,4066	0,7425	0,0891	0,0684	0,6570	0,6634	0,1	0,2362	0,0637	0,2016	0,0182	2,4066	1,7496	1,6641	0,3140	1,20	7,08	0,5070
5,95	2,0600	0,7575	0,0980	0,0888	0,6565	0,5222	0,1	0,2550	0,0450	0,2210	0,0169	2,0600	1,4035	1,3025	0,2420	1,40	8,77	0,5065
8,21	2,5800	0,7275	0,0870	0,0600	0,6525	0,7021	0,1	0,2137	0,0487	0,2136	0,0192	2,5800	1,9275	1,8525	0,3160	1,10	8,49	0,5213
9,27	2,6300	0,7050	0,0820	0,0660	0,6225	0,7899	0,1	0,1875	0	0,2351	0,0135	2,6300	2,0075	1,9250	0,3220	1,20	8,52	0,5288
6,34	2,3980	0,7350	0,0790	0,0696	0,6480	0,6543	0,1	0,1837	0	0,2323	0,0152	2,3980	1,7500	1,6630	0,2940	1,50	10,16	0,5512
6,93	2,2838	0,7050	0,1015	0,0624	0,6278	0,6833	0,1	0,2250	0	0,2823	0,0135	2,2838	1,6560	1,5788	0,2966	1,54	9,87	0,5708
8,70	2,0860	0,5950	0,0950	0,0720	0,5050	0,6954	0,1	0,2062	0,0282	0,2256	0,0180	2,0860	1,5810	1,4910	0,1980	1,20	7,99	0,3878
8,77	2,1280	0,6450	0,0778	0,0696	0,5580	0,7428	0,1	0,2662	0,1092	0,3948	0,0157	2,1280	1,5700	1,4830	0,1940	1,00	8,48	0,3703
9,27	2,3320	0,7350	0,1040	0,0768	0,6400	0,5666	0,1	0,2100	0,0600	0,3760	0,0150	2,3320	1,6920	1,5970	0,2640	1,00	6,11	0,5050
7,81	2,1020	0,7650	0,1020	0,0504	0,7020	0,5510	0,2444	0,2287	0,1137	0,3384	0,0135	1,9576	1,2556	1,1926	0,1680	0,90	7,06	0,5328
7,85	2,3220	0,8850	0,0980	0,0576	0,8130	0,6522	0,2768	0,2850	0,1200	0,4136	0,0165	2,0552	1,3322	1,2602	0,1620	1,10	8,31	0,6105
9,56	2,2160	0,5850	0,0810	0,0648	0,5688	0,6455	0,1	0,1875	0,0725	0,3384	0,0135	2,2160	1,6472	1,6310	0,2220	0,90	6,75	0,4388
9,12	2,4580	0,7350	0,1010	0,0768	0,6390	0,6844	0,1	0,1575	0,0600	0,2444	0,0150	2,4580	1,8190	1,7230	0,2200	1,20	7,50	0,5307
8,81	2,0910	0,6300	0,0711	0,0816	0,5234	0,6637	0,1	0,2100	0	0,2620	0,0165	2,0910	1,5676	1,4610	0,2180	1,70	7,53	0,3734
8,42	2,1440	0,6150	0,0815	0,0852	0,5045	0,5925	0,1	0,2288	0,0100	0,2750	0	2,1440	1,6395	1,5290	0,2332	1,65	7,03	0,3351
10,07	2,1620	0,6375	0,0791	0,0829	0,5296	0,7938	0,2103	0,2203	0,0118	0,2615	0,0116	2,0337	1,5221	1,4142	0,1592	1,40	7,88	0,4136
10,42	2,2194	0,5850	0,0851	0,0840	0,4748	0,7426	0,1091	0,2063	0	0,2750	0	2,2103	1,7355	1,6253	0,2152	1,55	7,12	0,3716
10,59	2,3132	0,5615	0,1001	0,0792	0,4588	0,6750	0,1151	0,1913	0	0,2375	0,0142	2,2981	1,8393	1,7366	0,2114	0,92	6,52	0,3632
10,14	2,7366	0,5775	0,0715	0,0816	0,4709	0,8414	0,1	0,1838	0,0268	0,2250	0,0181	2,7366	2,2657	2,1591	0,2426	1,04	8,29	0,3656
10,96	2,2834	0,5925	0,0690	0,0864	0,4807	0,7215	0,1	0,1688	0	0,2175	0	2,2834	1,8027	1,6909	0,2234	1,20	6,66	0,3913
10,88	2,1034	0,5775	0,0710	0,0852	0,4670	0,8048	0,1	0,1725	0	0,2250	0	2,1034	1,6364	1,5259	0,2308	1,60	7,14	0,3808
6,47	2,0640	0,6525	0,0950	0,0816	0,5505	0,6455	0,1	0,2625	0,0075	0,3486	0,0192	2,0640	1,5135	1,4115	0,2360	1,70	9,66	0,3655

Laufende Nr.	Gemarkung	Lage	Bodenart	Düngung	Gehört die Lage zu den besten, mittleren oder geringeren Weinbergen	Traubensorte	Beobachtete Krankheiten und Schädlinge	Mittel, die dagegen angewendet wurden	Zeit der Lese	Beschaffenheit der Trauben (Art der Fäule)	Klimatische Verhältnisse, die etwa auf die Trauben eingewirkt haben	Zeit der Untersuchung August 1904	Farbe des Weines	Spezifisches Gewicht des Weines bei 15° C.	Polarisation 200 mm-Rohr in Kreisgraden
Weinbaugebiet															
1	Heubach	Raibacher Weg	Letten	Mist	mittl.	Österreicher, Portugieser	keine	geschwefelt und gespritzt	Okt. 1903	keine	keine	26.	gelblich	0,9918	±0
2	„	Eich	Sand	„	„		„		„	„	„	26.	hellgelb	0,9925	±0
3	„	„	„	„	beste		„		„	„	„	26.	„	0,9920	±0
4	„	Raibacher Weg	Letten	„	„		„		„	„	„	26.	„	0,9900	−0,1
5	„	„	„	„	„		„		„	„	„	26.	„	0,9931	−0,1
6	„	Hardberg	Sand	„	mittl.		„		„	„	„	26.	„	0,9915	±0
7	„	Eich	„	„	„		„		„	„	„	26.		0,9910	±0
8	„	„	„	„	beste		„		„	„	„	26.	rötlich	0,9911	±0
9	„	Hardberg	Letten, Kies	Tomasmehl	„		„		„	„	„	26.	„	0,9934	−0,2
10	„	„	Letten	„	„		„		„	„	„	26.	„	0,9959	±0
11	Groß-Umstadt	Michelberg	Lehm, Stein	Mist	mittl.	Gemischter Satz	„		„	„	„	24.	dunkel	0,9909	−0,2
12	„	Steinkrück	Steingeröll	„	beste		„		„	„	„	24.	hellgelb	0,9905	±0
13	„	Neuberg	Kies	„	„		„		„	„	„	24.	leicht getrübt	0,9926	−0,1
14	„	Steinkrück	Steingeröll	„	„		„		„	„	„	24.	hellgelb	0,9897	±0
15	„	Neuberg	Kies	„	„		„		„	„	„	24.	„	0,9917	−0,2
16	„	Platte	„	„	„		„		„	„	„	24.	schwach rötlich	0,9924	±0
17	„	Klingel	Lehm, Stein	„	„		„		„	„	„	24.	rötlich	0,9943	−0,1
18	„	Steinkrück, Ziegelwald	Kies	„	„		„		„	„	„	24.	hellgelb	0,9919	±0
19	„	Neuberg	„	„	„		„		„	„	„	24.	„	0,9915	−0,1
20	„	„	„	„	„		„		„	„	„	24.	„	0,9949	±0
21	Klein-Umstadt	Stachelberg	Stein	„	„	Riesling, Österr.	„		„	„	„	24.	„	0,9919	−0,2
22	„	„	Letten, Kies	„	„		„		„	„	„	24.	rötlich	0,9902	−0,2
23	„	„	Stein, Kies	„	„		„		„	„	„	24.	„	0,9910	±0
24	„	Neuberg	Letten, Kies	„	„		„		„	„	„	24.	„	0,9906	±0
25	„	„	„	„	„		„		„	„	„	24.	„	0,9925	±0
Weinbaugebiet															
1	Wimpfen	Höhe	Letten, Kies	Stallmist	mittl.	Gemischter Satz	keine	gespr. u. geschw.	Okt. 1903	keine	kühl und Regen	5.	rötlich	0,9942	−0,1
2	„	Steinweg	„	„	„		„		„	„	„	5.	„	0,9932	±0
3	„	Michelbach	„	„	„		„		„	„	„	5.	hellgelb	0,9971	±0
4	„	Hedrichsberg	Kies	„	beste		„		„	„	„	5.	schwach rötlich	0,9976	±0
5	„	Alzenberg	Letten, Kies	„	mittl.		„		„	„	„	5.	hellgelb	0,9959	±0
6	„	Kimmbach	„	„	„		„		„	„	„	5.	„	0,9979	−0,1

Tabelle II.

Zusammenstellung der Weine des Jahrganges 1903.

Weinbaugebiet		In 100 ccm sind enthalten				
		Alkohol g. in 100 ccm	Extrakt %	Gesamtsäuren auf Weinsäure berechnet %	Mineralbestandteile (Asche) %	Extraktrest frei von Säuren und Zucker %
Bergstraße	Maximum	10,96	2,9280	1,2375	0,3560	2,1591
	Minimum	5,95	1,9420	0,5615	0,1592	1,3025

Alkohol g in 100 ccm	In 100 ccm sind enthalten %																	
	Extrakt	Freie Säuren (Gesamtsäure)	Milchsäure	Flüchtige Säuren	Nichtflüchtige Säuren	Glyzerin	Zucker	Gesamtweinsteinsäure	Freie Weinsteinsäure	Weinstein	Weinsteinsäure an alkalische Erden gebunden	Extrakt nach Abzug der 0,1 g übersteigenden Zuckermenge	Extrakt nach Abzug der nichtflüchtigen Säuren	Extrakt nach Abzug der freien Säuren	Mineralbestandteile (Asche)	Alkalinität der Asche in ccm N.-Lauge	Verhältnis von Alkohol zu Glyzerin wie 100:	Säurerest
Odenwald.																		
9,56	2,0860	0,5850	0,0650	0,0756	0,4905	0,6940	0,1	0,2150	0	0,2591	0,0105	2,0860	1,5955	1,5010	0,2020	0,72	7,25	0,3830
7,66	1,7680	0,5775	0,0810	0,0648	0,4965	0,6710	0,1	0,2400	0,1500	0,3009	0,0210	1,7680	1,2725	1,1905	0,1780	0,60	8,99	0,3015
9,85	1,7400	0,5175	0,0830	0,0612	0,4410	0,7043	0,1	0,2700	0,1500	0,3000	0,0190	1,7400	1,2990	1,2225	0,1780	0,80	7,15	0,3310
9,59	1,8852	0,5950	0,0680	0,0600	0,5200	0,7321	0,1	0,1912	0,0560	0,2297	0,0182	1,8852	1,3652	1,2902	0,2172	0,90	7,63	0,3994
7,53	1,8640	0,7350	0,0720	0,0744	0,6420	0,6466	0,1	0,2700	0,1050	0,2068	0,0172	1,8640	1,2220	1,1290	0,2040	1,10	8,58	0,3275
10,07	1,9160	0,5950	0,0690	0,0600	0,5200	0,7832	0,1	0,2587	0,0637	0,2444	0,0250	1,9160	1,3960	1,3210	0,1540	1,30	7,77	0,3588
8,77	1,8360	0,5700	0,0710	0,0672	0,4860	0,7420	0,1	0,2400	0,0450	0,2400	0,0189	1,8360	1,3500	1,2660	0,1740	1,30	8,40	0,3335
9,49	1,7800	0,6525	0,0730	0,0576	0,5805	0,8010	0,1	0,1920	0	0,2406	0	1,7800	1,1995	1,1275	0,1960	1,40	8,44	0,4845
8,70	2,3500	0,6000	0,0690	0,0708	0,5115	0,6954	0,1150	0,2175	0	0,2727	0	2,3350	1,8235	1,7350	0,1700	1,50	7,99	0,3932
6,93	2,0160	0,5700	0,0720	0,0732	0,4885	0,6466	0,1	0,1910	0	0,2395	0	2,0160	1,5275	1,4460	0,2160	0,90	9,33	0,3935
10,44	2,0120	0,5850	0,0715	0,0672	0,5010	0,7678	0,0919	0,2550	0,0150	0,3004	0,0250	2,0120	1,5110	1,4270	0,1900	1,60	7,35	0,3235
8,81	1,9618	0,5775	0,0811	0,0708	0,4890	0,6571	0,1	0,2288	0	0,3010	0,0108	1,9618	1,4728	1,3843	0,2038	1,64	7,46	0,3746
10,59	1,9280	0,5550	0,0900	0,0888	0,4440	0,7660	0,1	0,2062	0,0592	0,1970	0,0231	1,9280	1,4840	1,3730	0,2100	1,05	8,03	0,3113
8,21	2,0780	0,5700	0,0876	0,0672	0,4860	0,6799	0,1	0,2250	0,0450	0,2256	0,0190	2,1780	1,5920	1,5080	0,2040	1,20	8,28	0,3530
8,00	2,1720	0,5925	0,0810	0,0624	0,5207	0,6677	0,2728	0,1800	0	0,2136	0	1,8992	1,4785	1,4067	0,1820	1,10	8,34	0,4307
9,78	2,2240	0,6150	0,0910	0,0684	0,5295	0,6843	0,1	0,2400	0,0680	0,2664	0,0179	2,2240	1,6945	1,6090	0,2160	1,14	7,09	0,3755
8,49	2,1920	0,5550	0,0780	0,0600	0,4800	0,6455	0,1	0,1925	0	0,2413	0	2,1920	1,7120	1,6370	0,2600	1,50	7,60	0,3837
10,22	2,0600	0,6060	0,0770	0,0480	0,5400	0,7240	0,1	0,2175	0,0375	0,2727	0,0212	2,0600	1,5200	1,4600	0,1960	1,20	7,87	0,4125
9,78	2,0800	0,5675	0,0600	0,0648	0,4865	0,6943	0,1632	0,1875	0	0,2371	0	2,0168	1,5303	1,4493	0,1840	1,40	7,09	0,3878
8,84	2,5560	0,5925	0,0800	0,0624	0,5145	0,7188	0,1	0,1887	0	0,2366	0	2,5560	2,0415	1,9635	0,2550	1,60	8,13	0,4201
9,42	2,0860	0,6375	0,0680	0,0780	0,5400	0,6499	0,1136	0,2437	0,0237	0,3045	0,0225	2,0724	1,5324	1,4349	0,1760	0,80	6,79	0,4063
9,85	2,0840	0,5850	0,0700	0,0600	0,5100	0,7465	0,1192	0,1912	0,0225	0,2914	0,0189	2,0648	1,5548	1,4798	0,1720	0,74	7,58	0,4031
9,92	1,9240	0,6825	0,0920	0,0576	0,6105	0,7554	0,1	0,1950	0,0200	0,2445	0,0191	1,9240	1,3135	1,2415	0,1860	0,90	7,61	0,4286
8,77	1,8620	0,6075	0,0690	0,0648	0,5265	0,6959	0,1	0,1875	0,0525	0,2150	0,0153	1,8620	1,3355	1,2545	0,1820	0,90	7,99	0,4070
8,00	1,9900	0,5775	0,0720	0,0600	0,5025	0,7021	0,1	0,1950	0,0750	0,2445	0,0138	1,9900	1,4875	1,4025	0,2100	0,80	8,77	0,3675
Neckartal.																		
7,46	1,7600	0,6000	0,0814	0,0708	0,5115	0,5372	0,1	0,1950	0,0230	0,2938	0,0172	1,7600	1,2485	1,1600	0,2200	1,10	7,20	0,4025
7,49	2,2280	0,7800	0,0819	0,0756	0,6855	0,5743	0,1	0,2250	0,1200	0,1916	0	2,2280	1,5424	1,4480	0,2660	1,30	7,67	0,5130
5,32	1,9080	0,7575	0,0980	0,0780	0,6625	0,4477	0,1	0,1987	0	0,2150	0	1,9080	1,2455	1,1505	0,1924	2,40	8,41	0,5631
6,27	2,1620	0,7875	0,0850	0,0864	0,7011	0,4944	0,1	0,1875	0	0,2351	0,0180	2,1620	1,4609	1,3745	0,2604	1,24	7,88	0,6123
6,21	1,9120	0,5700	0,0870	0,0900	0,4575	0,4301	0,1	0,1800	0	0,2277	0	1,9120	1,4545	1,3420	0,2780	1,50	6,92	0,3675
6,66	2,1120	0,7650	0,0750	0,0732	0,6735	0,4010	0,1	0,1912	0	0,2392	0	2,1120	1,4385	1,3470	0,2480	1,90	6,02	0,5789

Weinbaugebiet		In 100 ccm sind enthalten				
		Alkohol g in 100 ccm	Extrakt %	Gesamtsäuren auf Weinsäure berechnet %	Mineralbestandteile (Asche) %	Extraktrest frei von Säuren und Zucker %
Odenwald	Maximum	10,59	2,5560	0,7350	0,2600	1,9635
	Minimum	6,93	1,7400	0,5175	0,1540	1,1275
Neckartal	Maximum	7,49	2,2280	0,7875	0,2780	1,4480
	Minimum	5,32	1,7600	0,5700	0,1924	1,1505

Tabelle

Zusammensetzung einiger Weine des Jahrgangs 1903

Laufende Nr.	Gemarkung	Lage	Bodenart	Düngung	Gehört die Lage zu den besten, mittleren oder geringeren Weinbergen	Traubensorte	Beobachtete Krankheiten und Schädlinge	Mittel, die dagegen angewendet wurden	Zeit der Lese (Oktober 1903)	Beschaffenheit der Trauben (Art der Fäule)	Klimatische Verhältnisse, die etwa auf die Trauben eingewirkt haben	Welcher Abstich	Zeit der Untersuchung	Spezifisches Gewicht des Weins bei 15° C.	Polarisation 200 mm-Rohr in Kreisgraden	Alkohol (g in 100 ccm)	Extrakt
1	Bensheim	Kirchberg	Kies	Stalldung	beste	Riesling	keine	gespritzt und geschwefelt	12.	gesund	keine	I.	1904 11./2.	0,9985	−0,8	9,33	2,5006
2	„	„	„			„			12.	„	„	II.	23./4.	0,9983	−0,2	9,34	2,4594
3	„	„	„			„			12.	„	„	III.	25./8.	0,9981	±0	9,27	2,2760
4	Auerbach	Schloßberg Fürstenlager	Stein, Lehm		mittlere	Gemischt Satz			12.	„	„	I.	19./2.	0,9959	−0,4	9,84	2,2192
5	„	„	„			„			12.	„	„	II.	26./4.	0,9914	±0	9,54	2,0994
6	„	„	„			„			12.	„	„	III.	24./8.	0,9901	±0	9,53	2,0980
7	Groß-Umstadt	Neuberg	Kies, Lehm		beste	„			20.	gut	naßkalt	I.	3./3.	0,9960	−0,4	8,49	2,1674
8	„	„	„			„			20.	„	„	II.	3./4.	0,9941	−0,1	9,63	2,2088
9	„	„	„			„			20.	„	„	III.	2./9.	0,9941	±0	9,63	2,2560
10	Seeheim	Fürstenlager	Lehm			Österr., Riesling			12.	etwas faul	Hagelschlag	I.	19./2.	0,9945	−0,6	9,34	2,2572
11	„	„	„			„			12.	„	„	II.	26./4.	0,9918	−0,3	9,36	2,2568
12	„	„	„			„			12.	„	„	III.	29./8.	0,9918	−0,3	9,34	2,2104

7. Elsaß-Lothringen.

A. Ober-Elsaß mit Beiträgen betreffend Unter-Elsaß und Lothringen.

Bericht der landwirtschaftlichen Versuchsstation Colmar i. Elsaß.

Prof. **Dr. Kulisch.**

Vorbemerkung. In der Bundesratsverordnung vom 2. Juli 1901 ist unter Ziffer Ia für die Beurteilung der gezuckerten Weine vorgeschrieben, auf Aussehen, Geruch, Geschmack des Weines Rücksicht zu nehmen. Es erschien angezeigt, auch bei den weinstatistischen Untersuchungen der Naturweine, welche den Maßstab für die Beurteilung der gezuckerten Weine im Sinne des Gesetzes liefern sollen, neben der Mitteilung der chemischen Befunde die Naturweine im Sinne der angezogenen Ziffer Ia kurz zu kennzeichnen. Daher ist in den nachstehenden Tabellen erstmalig eine Charakteristik der Weine hinsichtlich ihres Aussehens, des Buketts und der geschmacklichen Beschaffenheit gegeben worden. Soweit möglich, ist auch die Stellung des betreffenden Weines unter den Handelsprodukten Elsaß-Lothringens gekennzeichnet.

Entsprechend den geringen Beständen an alten Weinen in den Kellern des Landes konnten nur wenige Proben reiner Naturweine der Jahrgänge 1900, 1901, 1903 unter-

III.
nach dem ersten, zweiten und dritten Abstich.

In 100 ccm sind enthalten %																			
Freie Säuren (Gesamtsäure)	Milchsäure	Flüchtige Säuren	Nichtflüchtige Säuren	Glycerin	Zucker	Gesamtweinsteinsäure	Freie Weinsteinsäure	Weinstein	Weinsteinsäure an alkalische Erden gebunden	Extrakt: nach Abzug der 0,1 g übersteigenden Zuckermenge	Extrakt: nach Abzug der nichtflüchtigen Säuren	Extrakt: nach Abzug der freien Säuren	Mineralbestandteile (Asche)	Alkalinität der Asche in ccm N.-Lauge	Verhältnis von Alkohol zu Glyzerin wie 100 :	Säurerest	Farbe des Weins	Aussehen des Weins
0,8550	0,135	0,1260	0,6974	0,7183	0,1492	0,3600	0,2350	0,2550	0,0280	2,4514	1,7439	1,5964	0,2344	1,10	7,65	0,4000	hellgelb	leicht getrübt
0,8175	0,101	0,1224	0,6645	0,7418	unter 0,1	0,3075	0,1400	0,2090	0,0220	2,4594	1,7949	1,6419	0,2350	1,10	7,94	0,4407		klar
0,8100	0,0820	0,1280	0,6500	0,7819	unter 0,1	0,2400	0,0450	0,1440	0,0195	2,2760	1,6260	1,4660	0,2200	1,05	8,44	0,5175		„
0,6075	0,144	0,0780	0,5100	0,8326	0,0876	0,2288	0	0,2870	0,0180	2,2192	1,7092	1,6117	0,2054	1,84	8,91	0,3960		„
0,6075	0,0813	0,0708	0,5190	0,8200	unter 0,1	0,2213	0	0,2539	0,0150	2,0994	1,5804	1,4919	0,1892	1,54	8,60	0,4080		„
0,5700	0,0900	0,0672	0,4860	0,8288	unter 0,1	0,2025	0	0,1954	0	2,0980	1,6120	1,5280	0,1820	1,50	8,70	0,3840		„
0,5325	0,180	0,1020	0,4050	0,7666	0,0976	0,2550	0,0225	0,2910	0,0195	2,1674	1,7624	1,6349	0,2668	1,60	9,08	0,2660		leicht getrübt
0,5175	0,0851	0,0984	0,3945	0,7398	unter 0,1	0,1538	0	0,1930	0	2,2088	1,8143	1,6918	0,2670	1,55	7,68	0,3186		klar
0,5100	0,0900	0,0564	0,4395	0,7454	unter 0,1	0,1512	0	0,1850	0	2,2560	1,8165	1,7460	0,2260	1,50	7,74	0,3640		„
0,7575	0,0585	0,0660	0,6750	0,8570	0,0720	0,2475	0,0725	0,291	0,0180	2,2572	1,5822	1,4997	0,1612	1,56	9,18	0,5600		„
0,7475	0,0911	0,0696	0,6605	0,8979	0,0706	0,2288	0,0288	0,288	0,0160	2,2568	1,5963	1,5093	0,1596	1,50	9,59	0,5270		„
0,7125	0,1151	0,0672	0,6285	0,8569	0,0700	0,2273	0,0123	0,2820	0,0170	2,2104	1,5819	1,4979	0,1580	1,50	9,17	0,5080		„

sucht werden. Insbesondere gilt dies von dem Jahrgang 1903, dessen geringes Erträgnis rasch aufgebraucht und überdies seiner geringen Güte wegen vielfach gezuckert wurde. Die in Tabelle I mitgeteilten Zahlen bestätigen bezüglich dieses Jahrgangs, daß derselbe an Extraktstoffen, sowohl im ganzen wie nach Abzug der Säuren, namentlich aber an Mineralstoffen durchschnittlich sehr reich ist. Als charakteristisch nach diesen Richtungen hin können auch die in Tabelle II mitgeteilten Analysen von 1903er Weinen des Reichenweierer Weinbaugebietes dienen. Die Proben für diese Untersuchungen wurden in den Kellern von Rebenbesitzern seitens der Weinkontrolle erhoben. Diejenigen Nummern, welche als gezuckert nach der Geschmacksprobe angesprochen wurden, sind mit einem *) bezeichnet; die betreffenden Zahlen sind in der Tabelle eingeklammert.

Der Säuregehalt ist spontan, mit Ausnahme ganz weniger Nummern, soweit zurückgegangen, daß eine Verminderung durch Zusatz von Zuckerwasser nicht mehr notwendig erscheint. Auffallend hoch sind selbst in den gezuckerten Proben die Gehalte an Mineralstoffen und Extraktbestandteilen. Gerade der Jahrgang 1903 bietet ein bezeichnendes Beispiel dafür, daß in geringen Weinjahren mit hohen Säuregehalten,

Tabelle

Alte Weine.

Lfde. Nr.	Jahrgang	Tag der Probe-entnahme	Weinbau-gebiet Oberelsaß	Gemarkung	Lage	Bodenart	Traubensorte	Geschmackliche Eigenschaften und Wert des Weines
1	1900	20. III. 05	Oberelsaß	Egisheim	Hörnle	—	Gemisch	Hochfarbiger, schwerer, süßer alter Flaschenwein aus hochreifem Jahrgang mit viel Firnbukett. 150 M.[1].
2	1901	"	"	"	"	—	"	Ein reifer, voller, sehr schöner Flaschenwein. Für sein Alter noch frisch und bukettreich. 90 M.
3	1903	1. III. 05	"	"	"	—	"	Voller, kräftiger, säuerlicher Tischwein mit Knipperleart. 32 M.
4	"	"	"	"	verschiedene Gelände	—	"	Pikanter, leicht säuerlicher Tischwein mit kräftigem Traubengeschmack. 34 M.
5	"	"	"	"	Ortel	—	Knipperle	Gewöhnlicher, stumpfer, leerer Wein, mit Luftgeschmack, mangelhafte Kellerbehandlung. 28 M.
5a	"	20. III 05	"	Egisheim u. Obermorschweier	Finkenzusen, Hertacker, Stimpfer	Kalk- und Sandboden	Knipperle, Elbling, Gutedel	Kräftiger, leidlich reifer besserer Tischwein mit Bukett gemischter Gewächse. 48 M.
5b	"	"	"	Egisheim	Hörnle	Stärkerer Kalkboden	Riesling, Knipperle, Gutedel, Sylvaner	Für den Jahrgang 1903 sehr reifer, bukettreicher besserer Wein. 55 M.
6	"	4. III. 05	"	Rufach	Haul	Kalk	Gemisch	Ein voller, für den Jahrgang 1903 reifer, milder Wein mit gutem Traubenbukett gemischter Gewächse. 50 M.
7	"	"	"	"	"	"	Riesling	Leidlich reifer, sehr bouquet- und gewürzreicher Qualitätswein mit feiner Rieslingart. 90 M.

[1]) Preis von 100 l bei Abgabe größerer Mengen aus dem Keller des Erzeugers. (Nach Schätzung auf Grund der Probe.)

Tabelle

Weißweine.

Erhoben in verschiedenen Kellern des Kreises Rappoltsweiler. Untersucht im Mai 1904. (Teilweise gezuckert.

Lfde. Nr.	Gemarkungen	Lage	Bodenart	Traubensorten	Geschmackliche Beschaffenheit und Wert des Weines
1 2 * 3 * 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 * 15 16 * 17 18	Reichenweier, Mittelweier, Bebelnheim, Zellenberg, Hunnaweier, Rappoltsweiler	Infolge überaus geringen Herbstertrages (durchschnittlich etwa 1/6 normaler Ernte) mußten zur Füllung eines Fasses zahlreiche Lagen, auch verschiedener Gemarkungen, zusammengelesen werden. Einzelheiten über Lage, Bodenart und Traubensorte lassen sich deshalb nicht angeben. Die Weine sind sämtlich Mischgewächse.			Geringe bis mittlere Tischweine mit viel Körper und kräftigem Traubengeschmack, aber allgemein nicht reif und vielfach herbe (Einfluß der Kerne, Schalen und Rappen, der deshalb besonders stark, weil infolge der Lederbeerenkrankheit vielfach nur wenige kleine Beeren an einem großen Kamm waren).

I.

Jahrgang 1900, 1901, 1903.

Spezifisches Gewicht	In 100 ccm Wein sind enthalten g														Ges.-Alkalinität in ccm N.-Lauge
	Alkohol	Gesamt-Säure	Flüchtige Säure	Nichtflücht. Säure	Gesamt-Weinsäure	Freie Weinsäure	Möslingers Säurerest	Extrakt	Extrakt nach Abzug des Zuckers	Extrakt nach Abzug der nichtfl. Säure	Extrakt nach Abzug der Ges. Säure	Asche	Zucker		
0,9935	9,54	0,560	0,060	0,485	0,2425	0,1030	0,212	2,7188	2,7188	2,2388	2,1588	0,2228	0,08		0,93
0,9958	8,11	0,665	0,066	0,583	0,2725	0,1120	0,391	2,4740	2,4740	1,8920	1,8090	0,2090	0,07		1,07
0,9951	7,36	0,59	0,048	0,530	0,2275	0	0,416	1,9610	1,9610	1,4310	1,3710	0,2330	0,03		1,83
0,9965	6,70	0,600	0,064	0,520	0,1675	0	0,436	2,0700	2,0700	1,5500	1,4700	0,2610	0,05		2,73
0,9949	7,40	0,52	0,060	0,445	0,1825	0	0,355	1,8990	1,8990	1,4540	1,3790	0,2484	⟨ 0,05		2,00
0,9954	7,80	0,67	0,056	0,600	0,2375	0,0880	0,462	2,2496	2,2496	1,6496	1,5796	0,2072	0,08		1,33
0,9937	8,58	0,54	0,068	0,455	0,2175	0,0825	0,305	2,0690	2,0690	1,6140	1,5290	0,1630	0,07		0,90
0,9940	8,14	0,53	0,052	0,465	0,2175	0	0,356	1,9820	1,9820	1,5170	1,4520	0,1798	0,10		1,77
0,9931	8,74	0,55	0,056	0,480	0,2925	0,1020	0,283	1,9516	1,9516	1,4716	1,4016	0,1596	0,10		1,27

II.

Jahrgang 1903.

Die gezuckerten Nummern sind mit * bezeichnet und die betreffenden Zahlen in der Tabelle eingeklammert.)

Spez. Gewicht	In 100 ccm Wein sind enthalten g										Gesamt-Alkalinität ccm N.-Lauge	Polarisation
	Alkohol	Extrakt	Extrakt nach Abzug des Zuckers	Extrakt n. Abzug d. nichtfl. Säure	Extrakt n. Abzug der Ges.-Säure	Asche	Gesamt-Säure	Flüchtige Säure	Nichtfl. Säure	Zucker		
0,9965	7,45	2,2146	2,1416	1,6666	1,5716	0,2740	0,570	0,060	0,475	0,173	2,13	±0
(0,9969)	(6,59)	(2,0464)	1,9664	1,4464	1,3764	(0,2220)	(0,590)	(0,056)	(0,520)	(0,180)	(2,00)	(±0)
(0,9969)	(6,74)	(2,0572)	1,9882	1,4532	1,3882	(0,2448)	(0,600)	(0,052)	(0,535)	(0,169)	(2,60)	(±0)
0,9969	6,68	2,0724	2,0174	1,5024	1,4374	0,2508	0,580	0,052	0,515	0,155	2,60)	±0
1,0001	5,56	2,3620	2,3080	1,7050	1,6430	0,2590	0,665	0,050	0,603	0,154	—	±0
1,0002	5,58	2,4000	2,3420	1,7620	1,6870	0,2630	0,655	0,060	0,580	0,158	—	±0
1,0002	6,34	2,6462	2,5782	1,8582	1,8132	0,2756	0,765	0,034	0,720	0,168	—	±0
1,0001	6,21	2,5978	2,5388	2,0086	1,9488	0,2858	0,590	0,046	0,532	0,159	—	±0
0,9959	6,79	1,8875	1,8565	1,3765	1,3215	0,2000	0,535	0,044	0,480	0,131	—	±0
0,9952	8,04	2,1470	2,1080	1,5880	1,5480	0,2120	0,560	0,032	0,520	0,139	—	±0
0,9965	6,52	1,9002	1,9002	1,4502	1,3602	0,2014	0,540	0,056	0,450	0,072	2,00	±0
0,9961	6,73	1,9302	1,9152	1,4302	1,3652	0,2172	0,550	0,052	0,485	0,115	1,53	±0
0,9951	7,58	2,0008	1,9818	1,5968	1,5418	0,2126	0,440	0,044	0,385	0,119	2,13	±0
(0,9944)	(7,97)	(1,9354)	1,9354	1,4804	1,4454	(0,2022)	(0,490)	(0,028)	(0,455)	(0,070)	(2,10)	(±0)
0,9953	7,70	2,0170	2,0170	1,5020	1,4570	0,2294	0,560	0,036	0,515	0,072	1,63	±0
(0,9936)	(8,19)	(1,9040)	1,8840	1,4790	1,4240	(0,1804)	(0,460)	(0,044)	(0,405)	(0,120)	(1,93)	(±0)
0,9973	6,7	2,186	2,1560	1,6310	1,5660	0,2218	0,59	0,052	0,525	0,13	1,93	±0
0,9975	6,96	2,177	2,1270	1,5970	1,5370	0,2294	0,59	0,048	0,53	0,15	2,07	±0

Tabelle

Jahrgang 1904. Weine aus dem Versuchskeller der
Untersucht zur Zeit des ersten Ablassens oder

Laufende Nr.	Tag der Probe-entnahme	Gemarkung	Lage	Bodenart	Traubensorte	Spezifisches Gewicht	In 100 ccm								
							Alkohol	Gesamtsäure	Flüchtige Säure	Nichtflücht. Säure	Gesamt-Weinsäure	Freie Weinsäure	An Kali gebundene Weinsäure	Weinstein	An alkal. Erden gebundene Weinsäure
															A. Weiß-
1	1904 11./11.	Colmar	Endlen	Kies	Knipperle [1])	0,9941	8,49	0,380	0,064	0,300	0,168	0	0,168	0,211	0
2	„	„	„	„	Sylvaner [2])	0,9951	7,29	0,450	0,031	0,411	0,362	0,068	0,140	0,175	0,154
3	„	„	„	„	Clevner [3])	0,9934	8,65	0,490	0,038	0,443	0,323	0,003	0,191	0,239	0,129
4	„	„	„	„	Gutedel [4])	0,9945	7,87	0,480	0,036	0,435	0,372	0,063	0,146	0,183	0,163
5	„	„	„	„	Riesling Vorlauf [5])	0,9943	8,30	0,615	0,026	0,583	0,393	0,063	0,131	0,164	0,199
6	„	„	„	„	„ Nachdruck [5])	0,9955	8,15	0,545	0,024	0,515	0,328	0	0,170	0,213	0,158
7	„	„	„	„	Muskateller [6])	0,9925	8,90	0,405	0,035	0,361	0,248	0	0,165	0,207	0,083
8	„	„	„	„	Traminer [7])	0,9938	9,37	0,532	0,039	0,483	0,370	0,010	0,161	0,201	0,199
9	„	„	„	„	Muscadelle [8])	0,9951	7,42	0,275	0,098	0,153	0,055	0	0,055	0,069	0
10	„	„	„	„	Gemisch I: Wippacher, Putzscheere, Manharttraube, Räuschling, Lyonaise blanche, Lamberttr., Aligotet, Rotgipfler, Hansen, Muscadelle [9])	0,9939	8,16	0,395	0,043	0,341	0,248	0	0,215	0,269	0,033
11	„	„	„	„	Gemisch II: Sauvignon, weiß u. grau, Malvoisier v. Piémont, Malvoisier rot, Sarféhér, Zierfahndler, Heunisch, Trollinger, Tautowina, Boskokwi, Kokoulu kara, Clevner [9])	0,9943	8,14	0,499	0,044	0,444	0,318	0	0,255	0,320	0,063
12	„	„	Winzenheimerstr.	Lehm	Gemisch zahlreicher Sorten I (Sortiment) [10])	0,9953	8,35	0,670	0,046	0,613	0,485	0,131	0,140	0,175	0,214
13	„	„	„	„	Gemisch zahlreicher Sorten II (Sortiment) [10])	0,9974	7,33	1,063	0,023	1,034	0,508	0,199	0,210	0,263	0,099
14	12./11.	Rufach	Waldweg	Lehm	Weißgemisch: Grauclevner, Sylv., Gutedel, Portugieser [11])	0,9924	10,28	0,722	0,035	0,678	0,408	0,042	0,240	0,301	0,126
15	19./11.	Reichenweier	Schöneburg, Schweyer	Letten u. Kies	Riesling [12])	0,9928	10,34	0,880	0,054	0,813	0,462	0,177	0,128	0,160	0,157
16	2. 1905	„	„	„	Gutedel, Riesling [12])	0,9922	9,89	0,710	0,056	0,640	0,3375	0,075	0,170	0,213	0,093
17	1904 19./11.	Vic a. d. Seille	Ressoncôtes & derrière la ville	Roter Tonboden	Clarettwein aus Gamet große race, Blanc doux u. Pinot petite race [13])	0,9938	8,26	0,885	0,026	0,853	0,353	0	0,230	0,288	0,123

Geschmackliche Eigenschaften und Wert des Weines. [1]) Voller, schwerer, milder und süßer, aber gewöhnlicher Tischwein. 42 M. [2]) Reifer, milder, pikanter, besserer Tischwein mit gutem Sylvanerbukett. 48 M. [3]) Milder, reifer Edelwein mit ausgeprägtem Clevnerbukett, aber ohne großen Körper. 55 M. [4]) Reifer, milder, aber etwas dünner Tischwein mit angenehmem Bukett. 40 M. [5]) Pikante, nicht körperreiche, aber im Gewürz und Bukett sehr feine Rieslingweine. Faß II (Nachdruck) etwas herbe. 80 M. [6]) Sehr reifer, milder, fast zu säurearmer Bukettwein mit sehr starkem, fast übermäßigem Muskatellerbukett. 70 M. [7]) Milder, sehr reifer, in der ganzen Art und besonders im Bukett sehr feiner, aber körperarmer Traminer. 75 M. [8]) Übermäßig säurearmer, in Säurezersetzung begriffener, weicher Wein mit zu hohem Gehalt an flüchtiger Säure. **Fehlerhaft!** 32 M. [9]) Milder, reifer Tischwein mit der Art gemischter Gewächse. 42 M. [10]) Mischwein von zahlreichen, auch ausländischen

III.

landwirtschaftlichen Versuchsstation Colmar.

auch nur wenig später noch als Jungwein.

Wein sind enthalten g																	Gesamtalkalin. in ccm Normal-Natronlauge	Wasserlösl. Alkalin. in ccm Norm.-Natronl.	Auf 100 g Alkohol kommen g Glyzerin
Milchsäure	Möslingers Säurerest	Extrakt	Extrakt nach Abzug des Zuckers	Extrakt nach Abzug der nichtflüchtigen Säuren	Extrakt nach Abzug der Gesamtsäure	Asche	Zucker	Glyzerin	Schwefelsäure	Phosphorsäure	Stickstoff	Kali	Natron	Kalk	Magnesia			
weine.																		
0,340 / 0,331 } 0,336	0,216	2,1404	2,1404	1,8404	1,7604	0,2932	0,06	0,6936	0,0311	0,0297	0,0374	0,1167	0,0031	0,0084	0,0146	2,97	2,37	8,17
0,202 / 0,181 } 0,292	0,195	1,9006	1,9006	1,4896	1,4506	0,2056	0,05	0,6737	0,0246	0,0241	0,0218	0,0813	0,0037	0,0118	0,0131	1,96	0,93	9,24
0,239 / 0,235 } 0,237	0,280	2,0290	2,0290	1,5860	1,5390	0,1980	0,09	0,6839	0,0176	0,0226	0,0382	0,0747	0,0003	0,0086	0,0134	2,13	1,27	7,91
0,219 / 0,226 } 0,223	0,218	1,9286	1,9286	1,4936	1,4486	0,1884	0,08	0,6791	0,0188	0,0274	0,0270	0,0756	0,0040	0,0991	0,0139	2,06	0,97	8,63
0,110 / 0,124 } 0,117	0,355	2,1580	2,1580	1,5750	1,5430	0,2010	0,08	0,6881	0,0225	0,0262	0,0241	0,0750	0,0026	0,0132	0,0142	2,2	0,87	8,29
0,162	0,351	2,2640	2,2460	1,7310	1,7010	0,2468	0,118	0,6670	0,0239	0,0301	0,0234	0,0883	0,0044	0,0126	0,0165	2,38	1,13	8,18
0,239	0,237	1,9036	1,9036	1,5426	1,4986	0,1986	0,057	0,7054	0,0148	0,0302	0,0190	0,0818	0,0004	0,0080	0,0135	2,02	1,10	7,93
0,225	0,293	2,3320	2,3320	1,8490	1,8000	0,1960	0,057	0,8079	0,0194	0,0186	0,0448	0,0703	0,0031	0,0115	0,0155	2,40	1,07	8,62
0,158 / 0,135 } 0,147	0,126	1,8850	1,8850	1,7320	1,6100	0,3279	0,039	0,3778	0,0225	0,0246	0,0414	0,1642	0,0020	0,0085	0,0154	3,46	2,53	5,09
0,258 / 0,278 } 0,268	0,217	1,9236	1,9236	1,5826	1,5286	0,2170	<0,05	0,6036	0,0163	0,0296	0,0334	0,0811	0,0014	0,0072	0,0156	2,33	1,48	7,39
0,253 / 0,253 } 0,253	0,285	1,9864	1,9864	1,5424	1,4874	0,1954	0,10	0,6483	0,0128	0,0232	0,0304	0,0815	0,0017	0,0122	0,0128	2,25	1,70	7,96
0,258 / 0,276 } 0,266	0,305	2,4200	2,4166	1,8030	1,7460	0,1820	0,104	0,7272	0,0147	0,0205	0,0408	0,0602	0,0006	0,0106	0,0184	2,36	0,93	8,71
0,173	0,681	2,5690	2,5690	1,5350	1,5060	0,1868	0,076	0,7028	0,0086	0,0099	0,0307	0,0731	0,0026	0,0171	0,0166	2,06	1,40	9,58
0,264	0,453	2,2830	2,2830	1,6050	1,5610	0,1754	0,07	0,7562	0,0120	—	—	—	—	—	—	2,44	1,60	7,36
0,195	0,492	2,2940	2,2640	1,4510	1,3840	0,1610	0,13	0,6654	0,0081	0,0367	0,0390	0,0610	0,0036	0,0148	0,0189	1,90	0,85	6,43
0,164	0,433	2,0600	2,0600	1,4200	1,3500	0,2300	0,06	0,7066	0,0089	0,0367	0,0194	0,0765	0,0030	0,0102	0,0171	2,20	1,13	7,14
0,123	0,676	2,1602	2,1602	1,3072	1,2752	0,1752	<0,05	0,6664	0,0040	0,0176	0,0185	0,0632	0,0012	0,0104	0,0156	2,47	1,53	8,07

Sorten, die in der gegebenen geringen Lage nicht ausreiften. Körper- und bukettreiche, aber ausgeprägt säuerliche und nicht reife Tischweine. 36 M. [11]) Voller, kräftiger, leicht rötlich gefärbter guter Tischwein im Zwickercharakter. 45 M. [12]) Sehr kräftige, trotz der Säure reife, volle Weine mit pikantem Rieslingbukett und viel Gewürz und Körper. 100 M. [13]) Die beiden Weine entstammen demselben Traubenmaterial. Der Clarettwein ist sofort gekeltert, der Vin gris nach lothringer Landessitte nach 3 Tagen. Die Abweichungen zwischen beiden Weinen sind hierauf zurückzuführen. — Pikante, bukett- und gewürzreiche bessere lothringer Weine. Der Clarettwein ist feiner und dünner in der Art; der Vin gris ein voller und gewürzreicher, aber durch die Herbe etwas rauherer Wein. 50 M.

Laufende Nr.	Tag der Probeentnahme	Gemarkung	Lage	Bodenart	Traubensorte	Spezifisches Gewicht	In 100 ccm: Alkohol	Gesamtsäure	Flüchtige Säure	Nichtflücht. Säure	Gesamt-Weinsäure	Freie Weinsäure	An Kali gebundene Weinsäure	Weinstein	An alkalische Erden gebundene Weinsäure
18	1904 19./11.	Vic s. Seille	Ressoncôtes & derrière la ville	Roter Tonboden	Vin gris aus Gamet große race, Blanc doux u. Pinot petite race[1])	0,9957	8,03	0,830	0,024	0,800	0,270	0	0,251	0,314	0,019
					B. Rot-										
1	1904 14./12.	Colmar	Endlen	Kies	Burgunder, blau[2])	0,9965	7,94	0,482	0,056	0,412	0,2125	0	0,2125	0,266	0
2	„	„	„	„	Portugieser[3])	0,9985	6,34	0,429	0,045	0,373	0,2575	0	0,2575	0,323	0
3	15./12.	„	„	„	Müllerrebe[4])	0,9958	7,81	0,470	0,060	0,395	0,205	0	0,165	0,207	0,040
4	„	„	„	„	Rotweingemisch: Portugieser, Müllerrebe, Blauburgunder, Limberger, St. Laurent, Lasca, Gamet, Merlot[5])	0,9965	7,30	0,587	0,046	0,530	0,3775	0,0055	0,230	0,288	0,142
5	„	„	Winzenheimerstr.	Lehm	Gemisch zahlreicher amerikan. Hybriden (Direktträger)[6])	0,9964	10,94	0,870	0,054	0,803	0,2325	0,012	—	—	—
6	17./12.	Vic s. Seille	Ressoncôtes & derrière la ville	Roter Tonboden	Rotweingemisch: Gamet grosse race, Blanc doux, Pinot petite race[7])	0,9971	7,64	0,730	0,032	0,690	0,2275	0	0,2275	0,285	0

Geschmackliche Eigenschaften und Wert des Weines. [1]) Vergl. Anm. 13, S. 63. [2]) Milder, reifer, schön gedeckter Burgunderwein mit pikanter Herbe. 55 M. [3]) Reifer, milder, aber körperarmer, charakterloser, kleiner Rotwein. 38 M. [4]) Dem Burgunderwein ähnlich, aber viel weniger fein. 40 M. [5]) Leichter aber pikanter Rotwein. 42 M. [6]) Wein, gemischt

Tabelle

Jahrgang 1904. Weine erhoben bei Privaten Besitzern und unter-

Lfde. Nr.	Jahrgang	Tag der Probeentnahme	Weinbaubezirk	Gemarkung	Lage	Bodenart	Traubensorte	Spezifisches Gewicht	Alkohol	Gesamtsäure
							A. Weiß-			
1	1904	1905 17. I.	Oberelsaß	Thann	verschiedene	—	Gemisch[1])	0,9957	6,55	0,535
2	„	„	„	„	„	—	„ [1])	0,9957	6,55	0,550
3	„	4. III.	„	Rufach	Haul	Kalkboden	Rheinelben u. Knipperle[2])	0,9921	9,14	0,440
4	„	„	„	„	„	„	Sylvaner[3])	0,9923	8,70	0,500
5	„	„	„	„	„	„	Bukettraube[4])	0,9926	8,98	0,440
6	„	„	„	„	„	„	Bukettraube u. Sylv.[5])	0,9929	8,49	0,440
7	„	„	„	„	„	„	Olver[6]	0,9924	9,29	0,560
8	„	„	„	„	„	„	Gewürztraminer[7])	0,9904	10,96	0,320

Geschmackliche Eigenschaften und Wert des Weines. [1]) Dünner, leichter Tischwein im Charakter oberelsässischer Massengewächse aus Berglagen. 35 M. [2]) Ein gewöhnlicher, milder, voller Tischwein. 45 M. [3]) Ein pikanter, reifer Wein, mit charakteristischem, schönem Sylvanerbukett. 55 M. [4]) Ein überaus bukettreicher, fast übermäßig aroma-

Wein sind enthalten g																		
Milchsäure	Möslingers Säurerest	Extrakt	Extrakt nach Abzug des Zuckers	Extrakt nach Abzug der nichtflüchtigen Säuren	Extrakt nach Abzug der Gesamtsäure	Asche	Zucker	Glyzerin	Schwefelsäure	Phosphorsäure	Stickstoff	Kali	Natron	Kalk	Magnesia	Gesamtalkalin. in ccm Normal-Natronlauge	Wasserlösl. Alkalin. in ccm Norm. Natronl.	Auf 100 g Alkohol kommen g Glyzerin
0,115	0,665	2,2860	2,2860	1,4860	1,4560	0,2078	<0,05	0,7150	0,0061	0,0261	0,0151	0,0815	0,0017	0,0096	0,0159	2,86	1,67	8,90
weine.																		
0,345, 0,349 } 0,347	0,306	2,5220	2,5070	2,0950	2,0250	0,275	0,115	0,7675	0,0247	0,0438	0,0302	0,1261	0,0028	0,0117	0,0176	2,74	2,00	9,66
0,193, 0,182 } 0,188	0,245	2,3200	2,2588	1,8858	1,8298	0,3102	0,1612	0,6719	0,0233	0,0344	0,0273	0,1327	0,0026	0,0081	0,0150	3,20	1,93	10,59
0,193	0,292	2,2450	2,2450	1,8500	1,7750	0,2124	<0,1	0,7668	0,0165	0,0358	0,0299	0,1078	0,0031	0,0100	0,0169	2,43	1,10	9,82
0,173, 0,173 } 0,173	0,338	2,2600	2,1988	1,6688	1,6118	0,2130	0,1612	0,6644	0,0172	0,0291	0,0218	0,0911	0,0040	0,0093	0,0166	2,48	1,53	9,10
0,258	0,681	3,6776	3,5976	2,7946	2,7276	0,2298	0,18	0,9407	0,0175	0,0279	0,0516	0,1084	0,0012	0,0114	0,0183	1,47	—	8,59
0,137, 0,131 } 0,134	0,576	2,4632	2,4632	1,7732	1,7332	0,2578	<0,05	0,7168	0,0081	0,0418	0,0181	0,1232	0,0006	0,0116	0,0174	3,83	1,80	9,38

aus verschiedenen Sorten von direkttragenden Amerikanerhybriden. Sauer und im Geschmack und Bukett fremdartig. Nur zum Verschnitt mit milden Rotweinen geeignet. [7]) Der Rotwein entstammt demselben Traubenmaterial wie die Nr. 17 u. 18, doch hat der Rotwein etwa 14 Tage auf den Beeren gegoren. Pikanter, nicht ganz gedeckter, fein bitterlich herber Rotwein. 50 M.

IV.

sucht als Jungweine bei oder bald nach dem ersten Ablassen.

In 100 ccm sind enthalten g																	
Flüchtige Säure	Nichtflücht. Säure	Gesamt-Weinsäure	Freie Weinsäure	An Kali gebundene Weinsäure	Weinstein	An alkalische Erden gebundene Weinsäure	Milchsäure	Möslingers Säurerest	Extrakt	Extrakt nach Abzug des Zuckers	Extrakt nach Abzug der nichtfl. Säuren	Extrakt nach Abzug der Gesamtsäure	Asche	Zucker	Gesamtalkalinität in ccm Normallauge	Wasserlösl. Alkalin. in ccm Normallauge
weine.																
0,039	0,486	0,1750	0	0,1750	0,219	0	0,297	0,399	1,7710	1,7710	1,2850	1,2360	0,1904	<0,05	2,53	1,43
0,037	0,504	0,1700	0	0,1750	0,213	0	0,313	0,419	1,7740	1,7740	1,2700	1,2240	0,1876	<0,05	2,26	1,43
0,052	0,375	0,2275	0	—	—	—	—	0,261	1,8284	1,8284	1,4514	1,3884	0,1504	0,095	1,70	—
0,044	0,445	0,3175	0,1180	—	—	—	—	0,227	1,7476	1,7476	1,3026	1,2476	0,1170	<0,05	1,33	—
0,040	0,390	0,2175	0,0075	—	—	—	—	0,278	1,9148	1,9148	1,5248	1,4748	0,1510	0,05	1,40	—
0,044	0,385	0,1975	0	—	—	—	—	0,286	1,8182	1,8182	1,4332	1,3782	0,1750	0,05	1,50	—
0,048	0,500	0,3375	0,1275	—	—	—	—	0,268	1,9740	1,9740	1,4740	1,4140	0,1304	0,08	1,40	—
0,048	0,260	0,1475	0	—	—	—	—	0,190	2,0828	2,0828	1,8228	1,7628	0,1672	0,05	1,73	—

tischer, reifer Wein. 60 M. [5]) Pikanter, reifer, feiner Tischwein mit ansprechendem Bukett. 60 M. [6]) Feiner, reifer Bukettwein mit sehr schöner Art. 80 M. [7]) Überaus bukettreicher, reifer, voller und schwerer Traminerwein. 90 M.

Lfde. Nr.	Jahrgang	Tag der Probe-entnahme	Weinbau-bezirk	Gemarkung	Lage	Bodenart	Traubensorte	Spezifisches Gewicht	Alkohol	Gesamtsäure
9	1904	1905 4. III.	Oberelsaß	Rufach	Haul	Kalkboden	Riesling[1])	0,9904	11,04	0,650
10	„	20. III	„	Obermorsch-weier	Stimpfer und Langroth	Kalk- und Lehmboden	Knipperle, Elbling, Gutedel[2])	0,9913	9,99	0,500
11	„	„	„	Egisheim	Hörnle	Starker Kalksteinboden	Riesling, Knipperle, Gutedel, Sylvaner[3])	0,9916	9,63	0,490
12	„	„	„	„	Hertacker	Lehm und schwerer Boden	Knipperle, Elbling, Riesling, Gutedel, Sylvaner[4])	0,9927	8,98	0,51
13	„	„	„	„	„	Starker, schwerer kiesartiger Lettenboden	Elbling, Knipperle, Gutedel, Sylvaner[5])	0,9933	9,17	0,500
14	„	1. III.	„	„	Gute Gebirgslage	—	Riesling[6])	0,9942	9,69	0,740
15	„	„	„	„	„	—	Gemisch[7])	0,9926	9,54	0,570
16	„	„	„	„	Mittlere Gebirgslage	—	— [8])	0,9931	9,24	0,780
17	„	„	„	„	„	—	— [9])	0,9918	8,81	0,480
18	„	„	„	„	Gewöhnliche Lage	—	Gemisch[10])	0,9920	9,34	0,820
19	„	„	„	„	Bühl	—	„ [11])	0,9922	9,42	0,740
20	„	„	„	„	Sondel	—	Knipperle[12])	0,9910	9,74	0,490
21	„	„	„	„	Ortel	—	„ [12])	0,9920	9,42	0,630
22	„	„	„	„	Pfirsichberg	—	„ [13])	0,9927	9,34	0,800
23	„	„	„	„	Drei Steine	—	„ [14])	0,9929	9,27	0,550
24	„	20. III.	„	„	Finkenzusen	Sandboden	Knipperle, Elbling, Gutedel[15])	0,9921	9,27	0,54
25	„	„	„	„	Bodenacker und Heiligbrunnen	Sand- und Lehmboden	Großer Räuschling, Elbling, Knipperle, Gutedel[16])	0,9924	9,25	0,580
26	„	„	„	Häusern	Stich u. Gaß	Sandboden, schwerer Grundboden	Räuschling, Elbling, Knipperle, Gutedel[17])	0,9931	8,42	0,550
27	„	„	„	„	Hohrain, Thalwald, Steinacker	Schwerer Lehm- und Sandboden	Elbling, großer Räuschling, Knipperle, Gutedel[18])	0,9931	8,72	0,610
27 a	„	IV.	„	Egisheim und anstoßende Gemarkung.	Verschiedene Lagen	—	Gemischter Satz[19])	0,99333	8,11	0,543
27 b	„	„	„	„	„	—	„ [19])	0,99140	9,60	0,455
27 c	„	„	„	„	„	—	„ [19])	9,99322	8,22	0,495
28	„	17. I.	„	Bergheim	verschiedene	—	„ [20])	0,9944	8,35	0,775
29	„	„	Unterelsaß	Sulzbad	„	—	„ [21])	0,9967	7,35	0,870

Geschmackliche Eigenschaften und Wert des Weines. [1]) Hochfeiner, schwerer, dabei fein säuerlicher Bukettwein mit feinster Rieslingart. 120 M. [2]) Außerordentlich schwerer, brandiger, reifer Wein. 48 M. [3]) Voller, kräftiger, schwerer Wein mit viel Traubenbukett. 60 M. [4]) Voller, kräftiger, bukettreicher, dabei milder und reifer, besserer Tischwein. 48 M. [5]) Milder, säurearmer, stumpfer Knipperlewein. 45 M. [6]) Ein stark auf den Beeren angegorener, herber Rieslingwein, der trotz der Traubensorte und Reife infolge falscher Behandlung minderwertig ist. 50 M. [7]) Voller, kräftiger und reifer Wein mit dem Bukett von Edeltrauben. 48 M. [8]) Lichter, kräftiger Wein mit pikanter Säure. 38 M. [9]) Milder, reifer, aber etwas dünner Tischwein. 40 M. [10]) Lichter kräftiger Wein mit pikanter Säure. 38 M. [11]) Hochfarbiger, vor der Kelterung etwas angegorener, kräftiger Wein mit pikanter Säure. 38 M. [12]) Süßer, schwerer Knipperlewein, kräftig und voll, aber gewöhnlich. 40 M. [13]) Den vorhergehenden ähnlich, aber mit pikanter Säure und feinerem Lagenbukett.

In 100 ccm sind enthalten g																
Flüchtige Säure	Nichtflücht. Säure	Gesamt-Weinsäure	Freie Weinsäure	An Kali gebundene Weinsäure	Weinstein	An alkalische Erden gebundene Weinsäure	Milchsäure	Möslingers Säurerest	Extrakt	Extrakt nach Abzug des Zuckers	Extrakt nach Abzug der nichtfl. Säuren	Extrakt nach Abzug der Gesamtsäure	Asche	Zucker	Gesamtalkalinität in ccm Normallauge	Wasserlösl. Alkalin. in ccm Normallauge
0,056	0,580	0,3175	0,1120	—	—	—	—	0,365	2,1122	2,1122	1,5322	1,4622	0,1336	0,08	1,37	—
0,064	0,420	0,2125	0,0130	—	—	—	—	0,307	1,9320	1,9320	1,5120	1,4320	0,1460	0,05	1,33	—
0,048	0,430	0,1775	0,0275	—	—	—	—	0,328	1,9540	1,9540	1,5240	1,4640	0,1400	0,04	1,00	—
0,040	0,460	0,2325	0,0720	—	—	—	—	0,308	2,0700	2,0700	1,6100	1,5600	0,1420	0,06	1,07	—
0,044	0,445	0,2645	0,0350	—	—	—	—	0,295	2,0300	2,0300	1,5850	1,5300	0,2040	0,06	1,53	—
0,038	0,693	0,2475	0,0075	—	—	—	—	0,566	2,6090	2,5990	1,9060	1,8590	0,1856	0,11	1,60	—
0,032	0,530	0,2500	0	—	—	—	—	0,405	1,9630	1,9630	1,4330	1,3930	0,1390	<0,05	2,00	—
0,032	0,740	0,2725	0	—	—	—	—	0,604	2,1586	2,1586	1,4186	1,3786	0,1986	<0,05	2,50	—
0,064	0,400	0,1775	0	—	—	—	—	0,311	1,6560	1,6560	1,2560	1,1760	0,1920	<0,05	1,70	—
0,032	0,780	0,3025	0,0775	—	—	—	—	0,590	1,9560	1,9560	1,1760	1,1360	0,1624	<0,05	1,50	—
0,040	0,690	0,2675	0	—	—	—	—	0,556	1,9730	1,9730	1,2830	1,2330	0,2000	<0,05	1,87	—
0,052	0,425	0,1725	0,0120	—	—	—	—	0,333	1,7036 / 1,7084	1,7060	1,2810	1,2160	0,2736	<0,05	1,07	—
0,040	0,580	0,2375	0	—	—	—	—	0,461	1,7960	1,7960	1,2160	1,1660	0,1876	<0,05	2,07	—
0,040	0,750	0,2475	0	—	—	—	—	0,626	2,1050	2,1050	1,3550	1,3050	0,2096	<0,05	2,27	—
0,048	0,490	0,1675	0	—	—	—	—	0,406	2,1120	2,0520	1,5620	1,5020	0,2020	0,16	2,27	—
0,040	0,490	0,2325	0,0525	—	—	—	—	0,348	1,9650	1,9650	1,4750	1,4250	0,1340	0,05	1,20	—
0,052	0,515	0,2325	0,0825	—	—	—	—	0,358	2,0050	2,0050	1,4900	1,4250	0,1300	0,04	1,00	—
0,048	0,490	0,2700	0,0795	—	—	—	—	0,315	2,0000	2,0000	1,5100	1,4500	0,1578	0,07	1,27	—
0,056	0,540	0,2425	0,0820	—	—	—	—	0,378	2,0000	2,0000	1,4600	1,3900	0,1364	0,06	1,07	—
0,054	0,475	0,242	0	—	—	—	0,2662	0,354	1,8476	1,8476	1,3726	1,3046	0,153 [1]	0,095	1,70	—
0,069	0,369	0,158	0	—	—	—	0,3337	0,290	1,8710	1,8660	1,4970	1,4110	0,159 [1]	0,105	1,60	—
0,050	0,432	0,150	0	—	—	—	0,2527	0,357	1,835	1,8270	1,3950	1,3320	0,210 [1]	0,108	2,00	—
0,034	0,733	0,2775	0,0075	0,1200	0,150	0,1500	0,097	0,591	2,0322	2,0322	1,2992	1,2572	0,1934	<0,1	1,80	0,80
0,027	0,836	0,3075	0	0,1650	0,207	0,1425	0,103	0,682	2,3062	2,3062	1,4702	1,4362	0,1690	0,08	2,10	1,10

45 M. [14]) Gewöhnlicherer Knipperlewein, schwer und voll. 40 M. [15]) Pikanter, feiner, trotz der Schwere dünner Wein mit guter, feiner Art. 42 M. [16]) Ein pikanter, dünner, alkoholreicher, reifer Wein. 45 M. [17]) Milder, säurearmer, stumpfer Knipperlewein. 45 M. [18]) Voller, im Geschmack nicht ganz sauberer, schwerer Tischwein. 45 M. [19]) Mischweine aus dem Keller einer Winzergenossenschaft. 27 a: Kleiner, nicht reifer Tischwein mit herber Art. 30 M. — 27 b: Voller, milder, reifer, besserer Tischwein. 42 M. — 27 c: Leidlich reifer, aber herber Tischwein. 38 M. [20]) Leicht säuerlicher, kräftiger, besserer Tischwein. 45 M. [21]) Pikanter, leicht rötlich gefärbter, feinsäuerlicher Tischwein. 42 M.

	27 a	27 b	27 c	35 a	35 b
[1]) Kalk	0,0144	0,0107	0,0115	0,0124	0,0124
Magnesia . . .	0,0127	0,0151	0,0153	0,0143	0,0159



Lfde. Nr.	Jahrgang	Tag der Probe-entnahme	Weinbau-bezirk	Gemarkung	Lage	Bodenart	Traubensorte	Spezifisches Gewicht	Alkohol	Gesamtsäure
30	1904	1905 30. III.	Unter-elsaß	Wolxheim	Verschiedene Lagen	—	Muskateller[1])	0,9941	8,41	0,715
31	„	„	„	„	„	—	Grauclevner[2])	0,9930	9,40	0,750
32	„	„	„	„	„	—	Riesling[3])	0,9938	9,34	0,885
33	„	„	„	„	„	—	Zwicker[4])	0,9942	8,01	0,660
34	„	8. II.	Lothringen	St. Ruffine b. Metz	„	—	Gemischter Satz (Gamay, Burgunder u. andere)[5])	0,9965	7,66	1,100
35	„	„	„	„	„	—	„ [5])	0,9959	7,63	0,985
35 a	„	IV.	Unter-elsaß	Dambach und anstoßende Gemarkungen	„	—	Gemischter Satz[6])	0,99300	8,49	0,560
35 b	„	„	„	„	„	—	„ [6])	0,99372	8,11	0,590
36	„	V.	Lothringen	Vic	„	—	Gemischter Satz (Gamay, Burgunder u. andere)[7])	0,99604	8,44	1,045 [2])
37	„	„	„	„	„	—	„ [8])	0,9949	8,16	0,680

B. Rot-

Lfde. Nr.	Jahrgang	Tag der Probe-entnahme	Weinbau-bezirk	Gemarkung	Lage	Bodenart	Traubensorte	Spezifisches Gewicht	Alkohol	Gesamtsäure
1	1904	4. III.	Oberelsaß	Rufach	Haul	Kalkboden	Gemisch[9])	0,9949	8,16	0,460

Geschmackliche Eigenschaften und Wert des Weines. [1]) Fein säuerlicher, ausgeprägt nach Muskateller schmeckender, infolge unrichtiger Kelterung aber herber und nicht ganz sauberer Muskatellerwein. 55 M. [2]) Ein lichtrötlicher, voller, schwerer Schillerwein mit sehr reifem Burgundergeschmack und Burgunderbukett. 75 M. [3]) Kräftig saurer, dabei voller und schwerer Qualitätswein mit reintönigem, feinem Rieslingbukett. 80 M. [4]) Ein nicht ganz sauberer, säuerlicher, gewöhnlicher Tischwein mit dem Bukett der gemischten Gewächse. 45 M. [5]) Licht rosagefärbter, ausgeprägt säuerlicher Clarettwein mit sehr viel Bukett, trotz der Säure sehr pikant. Charakteristischer, lothringer Clarettwein besserer Qualität. 55 M. [6]) Mischweine aus dem Keller einer Winzergenossenschaft. Beide geringe, etwas herbe Tischweine mit kräftigem

die infolgedessen durchschnittlich vielfach verbesserungsbedürftig sind, allgemein auch die Extrakt- und Aschengehalte sehr hoch sind, so daß die im Sinne des Gesetzes durchgeführte Verbesserung der Weine, namentlich wenn Verstiche von durchschnittlicher Beschaffenheit des Jahrgangs gezuckert werden, noch sehr extrakt- und aschenreiche Weine liefert; diese gezuckerten Produkte kommen also in den in Rede stehenden geringen Jahren nicht in Gefahr, daß die gesetzlichen Grenzen für die Extrakt- und Mineralbestandteile der gezuckerten Weine unterschritten werden.

Nach den vorstehenden Analysen ist der Jahrgang 1904 durchschnittlich ein sehr reifer. Diese Tatsache tritt ganz überzeugend in den hohen Alkoholgehalten hervor. Der durchschnittliche Alkoholgehalt bei den gewöhnlichen Weinen dürfte den der guten Jahrgänge 1895 und 1900 etwas übersteigen, dagegen fehlen, wie bei den Mosten, die sogenannten Spitzen als Auslesen, welche letztere das Eintreten der Edelfäule zur Voraussetzung haben, die im Jahre 1904 aber nur ganz vereinzelt auftrat. Dagegen hat der Jahrgang 1904, gerade weil er aus gesunden Trauben gewonnen wurde, sich allgemein als ein bukettreicher, reintöniger, rasch sich klärender und durchaus gesunder, dankbarer Jahrgang entwickelt. Hingewiesen sei als Kennzeichen

In 100 ccm sind enthalten g																
Flüchtige Säure	Nichtflücht. Säure	Gesamt-Weinsäure	Freie Weinsäure	An Kali gebundene Weinsäure	Weinstein	An alkalische Erden gebundene Weinsäure	Milchsäure	Möslingers Säurerest	Extrakt	Extrakt nach Abzug des Zuckers	Extrakt nach Abzug der nichtfl. Säuren	Extrakt nach Abzug der Gesamtsäure	Asche	Zucker	Gesamtalkalinität in ccm Normallauge	Wasserlösl. Alkalin. in ccm Normallauge
0,030	0,678	0,308	0,083	—	—	—	—	0,483	2,1532	2,1532	1,4752	1,4382	0,1372	⟨0,1	1,50	—
0,024	0,720	0,303	0,112	—	—	—	—	0,513	2,1844	2,1844	1,4644	1,4344	0,1408	⟨0,1	1,27	—
0,028	0,850	0,398	0,228	—	—	—	—	0,537	2,3464	2,3464	1,4964	1,4614	0,1396	0,11	1,13	—
0,032	0,620	0,343	0,133	—	—	—	—	0,382	2,0000	2,0000	1,3400	1,3800	0,1260	0,06	1,40	—
0,034	1,058	—	—	—	—	—	—	—	2,3630	2,3630	1,3050	1,2630	0,1534	0,08	1,50	—
0,038	0,938	—	—	—	—	—	—	—	2,2596	2,2596	1,3216	1,2746	0,1348	0,08	1,47	—
0,052	0,495	0,233	0	—	—	—	0,3112	0,378	1,8940	1,8940	1,3990	1,3340	0,149 [1]	0,090	1,84	—
0,048	0,530	0,240	0	—	—	—	0,3700	0,410	1,9428	1,9428	1,4128	1,3528	0,150 [1]	0,090	1,94	—
0,087	0,936	—	—	—	—	—	0,0975	—	2,6030	2,2651	1,3291	1,2201	0,1550	0,44	1,40	—
0,046	0,6225	—	—	—	—	—	0,2552	—	2,2556	2,1994	1,5769	1,5194	0,1956	0,156	2,34	—
weine.																
0,052	0,395	0,238	0	—	—	—	—	0,276	2,2516	2,2516	1,8566	1,7916	0,1990	0,05	2,00	—

Traubengeschmack. 32 M. [7]) Pikanter, säuerlicher Clarettwein mit ganz lichter Farbe. Sehr bukettreich, aber zur Beseitigung der Farbe überschwefelt. Daher auch mangelhaft vergoren. 50 M. [8]) Pikanter, leidlichreifer bukettreicher Vin gris. 55 M. [9]) Ein reifer, in der Farbe gedeckter, voller, feinherber Rotwein mit Burgunderart. 75 M.

[1]) Siehe Fußnote 1 S. 67.

[2]) Der spontane Rückgang der Säure ist durch die übermäßige Schwefelung ganz verhindert.

dieser Verhältnisse auf den sehr niedrigen Gehalt an flüchtigen Säuren und das vollständige Fehlen von stichigen Weinen, die sonst in reifen Jahrgängen, wenn diese von stark faulen Trauben stammen, häufiger zu sein pflegen. Anderseits hat die Entwickelung der 1904er Weine, mehr noch als die Beschaffenheit der Moste, hervortreten lassen, daß dieser Jahrgang vielfach durch Trockenheit gelitten hat. Dem Jahrgang fehlt vielfach der große Körper und die reife Süße eines wirklich großen Jahres.

Die gefundenen Zahlen geben im einzelnen zu folgenden Bemerkungen Veranlassung:

Alkoholgehalt. Derselbe ist in den Weinen vielfach höher, als nach dem spezifischen Gewicht der Moste erwartet werden konnte. Während sonst zwischen Alkoholgehalt und Mostgewicht in der Regel annähernd die Beziehung besteht, daß auf 10° der Oechsleschen Mostwage 1 Gramm Alkohol gebildet wird, haben wir in diesem Jahre sehr häufig ein erheblich weiteres Verhältnis festgestellt. Aus einigen wissenschaftlichen Versuchen, bei welchen Beziehung von Mostgewicht und Alkohol sehr genau ermittelt wurde, sei z. B. angeführt, daß ein Rieslingmost von 74°

Oechsle einen Wein mit 8,3 Gramm Alkohol lieferte; ein anderer Most, in dem sehr verschiedene Gewächse gemischt waren, lieferte bei 79° Oechsle einen Wein mit 8,93 Gramm Alkohol. Zurückzuführen ist die Erscheinung darauf, daß infolge der Trockenheit die Moste sehr arm an Nichtzucker, insbesondere arm an Mineralstoffen, Säuren und sauren Salzen waren und daher von der Trockensubstanz ein verhältnismäßig hoher Prozentsatz auf Zucker entfiel.

Säuren: Wie in den Mosten so sind naturgemäß auch in den Weinen des Jahrgangs 1904 die Säuregehalte im allgemeinen niedrig. In den Weinen besonders säurearmer Traubensorten, wie namentlich Traminer, Muscadelle, Gutedel liegen die Säuregehalte teilweise unter 4, in einigen wenigen Fällen sogar unter 3 ‰. Rieslingweine und besonders auch die Gamayweine aus Lothringen zeigen im Gegensatz dazu teilweise auch verhältnismäßig hohe Gehalte, doch ist dabei zu berücksichtigen, daß der spontane Säurerückgang in diesen Weinen noch nicht vollständig verlaufen ist, so daß ein weiterer Rückgang nach dem ersten Ablassen noch mit Sicherheit erwartet werden kann und bei den Weinen unseres Versuchskellers auch tatsächlich eingetreten ist. Der Gehalt an Milchsäure ist in allen denjenigen Weinen, in welchen bereits ein erheblicher Rückgang der Säure zur Zeit der Untersuchung eingetreten war, beträchtlich; er ist aber in diesen reifen Jahrgängen mit ursprünglich geringen Äpfelsäuregehalten naturgemäß durchschnittlich geringer als in unreifen Jahren, in welchen die die Milchsäure liefernde Zersetzung der Äpfelsäure sich auf einen sehr großen Prozentsatz der Säure erstreckt. Immerhin ist zweifellos, daß für die Elsässer Weine selbst in den allerreifsten Jahrgängen ein Gehalt an Milchsäure von 2—3 ‰ als etwas ganz normales angesehen werden kann.

Ganz besonders bemerkenswert sind die für den sogenannten Möslingerschen Säurerest gefundenen Zahlen, welche selbst bei keineswegs extraktreichen Weinen vielfach außerordentlich niedrig sind, eine Erscheinung, die schon bei dem gleichfalls sehr säurearmen Jahrgang 1900 von den Elsässer Weinen beobachtet wurde. Es würde jedenfalls für Elsässer Weine durchaus ungerechtfertigt sein, wenn man allein aus einem 0,28 Gramm für 100 ccm unterschreitenden Säurerest bei Weinen mit einem Extraktgehalt von 1,7 bis 1,9 schließen wollte, daß dieselben gezuckert seien; noch viel weniger ist der Schluß gerechtfertigt, daß derartige Weine eine den Bestimmungen des Weingesetzes zuwiderlaufende Streckung erfahren hätten.

Extrakt- und Mineralstoffgehalt. Wie alle Gewächse auffallend trockener Jahre haben die 1904er Weine verhältnismäßig wenig Körper und für elsaß-lothringische Weine durchschnittlich nur mäßig hohe Extraktgehalte. Daß diese Erscheinung in erster Linie auf den niedrigen Gehalt an Säuren und sauren Salzen zurückzuführen ist, ergibt sich daraus, daß die nach Abzug der nichtflüchtigen und der freien Säuren verbleibenden Extraktmengen in der großen Mehrzahl der Fälle ganz normale sind und daß in keinem einzigen Falle die unteren Grenzen für die Extraktgehalte der gezuckerten Weine unterschritten werden. Den niedrigsten Extraktgehalt weist ein Egisheimer Wein auf, der noch 1,656 Gramm Gesamtextrakt, 1,256 Gramm Extrakt nach Abzug der nichtflüchtigen Säure und 1,176 Gramm Extrakt nach Abzug der

fixen Säure enthält. Es liegt daher nicht der geringste Grund vor, die 1904 er Weine des Elsaß bezüglich des Extraktgehaltes als anormal zu bezeichnen.

Auffallend zusammengesetzt ist dagegen der Jahrgang in manchen Lagen hinsichtlich des Gehaltes an Mineralstoffen. Wie schon bei der Besprechung der 1904er Mostanalysen betont wurde, ist diese Erscheinung unabhängig von der Zusammensetzung der Böden in chemischer Hinsicht, vielmehr ist der Mineralstoffgehalt beeinflußt vorwiegend von dem nach Lage und physikalischer Beschaffenheit des Weinbergbodens sehr verschiedenen Wassergehalt des letzteren, in zweiter Linie auch von der Fähigkeit der Traubensorte mehr oder weniger große Aschenmengen aufzunehmen. Mineralstoffgehalte unter 0,14 Gramm wurden 11 mal beobachtet. In mehreren Fällen sinkt der Mineralstoffgehalt unter 1,3 Gramm, 1 mal bei einem Sylvaner aus den Rufacher Haulen, einer außergewöhnlich trockenen und heißen Lage, sogar auf 0,117 Gramm. In allen diesen Fällen handelt es sich um reine Naturweine, für welche überdies nach ihrer übrigen Zusammensetzung und vor allen Dingen nach ihrer Beschaffenheit es als ausgeschlossen erscheint, daß der niedrige Mineralstoffgehalt eine Folge einer Streckung mit Zuckerwasser sei. Immerhin beweisen auch diese Zahlen aufs neue, daß gerade in guten Jahrgängen mit dem relativ häufigen Auftreten abnorm aschearmer Weine gerechnet werden muß, und daß das Weinbaugebiet Elsaß-Lothringen zu denjenigen Gegenden gehört, in welchen nach trockener Jahreswitterung abnorm aschearme Weine keineswegs selten sind.

Glyzeringehalte. Der Jahrgang 1904 ließ deshalb bezüglich der Glyzeringehalte Besonderheiten erwarten, weil der Alkoholgehalt im Vergleich zum Körper der Weine ein einseitig hoher ist. In der Tat sind infolgedessen die auf 100 Teile Alkohol vorhandenen Glyzerinmengen im allgemeinen nicht hoch, ohne daß indessen die bisherigen Erfahrungen über das Verhältnis von Alkohol zu Glyzerin in Naturweinen einer Abänderung bedürften. Der abnorm wenig Glyzerin aufweisende Wein des Colmarer Versuchskellers aus Muscadelle ist, wie der hohe Gehalt an flüchtiger Säure und der ganz abnorm niedrige Säurerest schon andeutet, krank (weich = zäh, in Zersetzung durch Bakterien begriffen). In derartigen Weinen wird zweifellos das ursprünglich gebildete Glyzerin später durch Organismen wieder zersetzt.

Kali- und Natrongehalt. Es ist in letzter Zeit wiederholt festgestellt, daß Handelsweine mit sehr hohem Natrongehalt — bei niedrigem Chlorgehalt — vorkommen. Diese Erscheinung ist bei Weinen des deutschen Weinbaugebietes nach dem heutigen Stande unserer Kenntnisse auf den Zusatz von Stoffen zurückzuführen, deren Verwendung bei der Weinbereitung aus § 3 des Weingesetzes verboten ist. In Betracht kommt z. B. die Verfälschung mit Seignettesalz (Extrakterhöhung) oder die nicht zulässige Entsäuerung mit Soda. Auch einzelne Rosinensorten und Rosinenauszüge enthalten abnorm hohe Natronmengen. Zur Prüfung der bisherigen bei der Weinbeurteilung gemachten Voraussetzung, daß Natron — abgesehen von den chlornatriumhaltigen Weinen — in der Weinasche von Natur aus nur in ganz untergeordneter Menge vorkommt, sind in der hiesigen Versuchsstation die für die Weinstatistik benutzten Weinproben teilweise auch auf das Vorkommen von Natron in ihrer Asche und besonders bezüglich des Verhältnisses der Kali- und Natronmengen geprüft worden. Die in

Weißweine des

Laufende Nr.	Gemarkung und Lage	Bodenart und Düngung	Traubensorte	Beobachtete Krankheiten und Schädlinge. Mittel, die dagegen angewendet wurden	Zeit der Lese und Beschaffenheit der Trauben (Art der Fäule)	Klimatische Verhältnisse, die etwa auf die Trauben besonders eingewirkt haben	Lage gut, mittel oder gering?
1	Molsheim, Kälbling u. Hahnenberg	Lehm und Kalk	Oberländer, Knipperle, Rheinelber, Gutedel, Roter St. Laurent	Oïdium, Peronospora mit Lederbeeren	12. Okt. ziemlich reif, ohne Fäulnis	—	mittlere u. gute
2	Molsheim, Gew. Felsen	Kalkboden	Rheinelber, Riesling, Veltliner	Etwas Oïdium und Peronospora	15. Okt. ziemlich reif	Etwas Hagel	gute
3	Molsheim, Gew. in der Quell	Schwarzer Lehm und Letten	Rheinelber, Riesling, Veltliner und Sylvaner	„	15. Okt. ziemlich reif, wenig gefault	„	„
4	Rosheim, Gew. Bürck	Schwerer Kalkboden, Stalldünger	Burger	Gespritzt, gesund	12. Okt. reif, etwas gefault	„	geringere
5	Rosheim, Gew. Ungersgarten	Tonboden, Stalldünger	Knipperle	Geschwefelt	13. Okt. reif, nicht krank	„	mittlere
6	Oberehnheim, Oberfeld	Lehmiger Ton, Stalldünger	Burger, Putzscheere	Gespr. u. geschw., stark Oïdium, Peronospora, Sauerw.	Unreif	„	geringere
7	Oberehnheim, Gew. Neuweg	Lehm mit Kalkgeröll, Stalldünger	Burger, Putzscheere, Knipperle	„	Unreif, teilweise sauerfaul	„	mittlere
8	Oberehnheim, Gew. Stadtberg	Lehm und Kalk, Stalldünger	Gutedel, Sylvaner, Burger, Veltliner, Riesling	Etwas Peronospora, Oïdium, Sauerw., Springwurm, gespr. und geschwefelt	Gesund und reif	„	gute
9	Gertweiler, Gew. Gutbrod	Schwerer Boden, 1902 Stalldünger	Clevner, Riesling, Sylvaner, Weißlamber	2 mal gespr., 4 mal geschwefelt, etwas Peronospora und Oïdium	8. Okt. ziemlich reif, etwas faul	„	mittlere
10	Gertweiler, Gew. Bühl	Schwerer sandiger Boden	Sylvaner, Traminer, Riesling, Gutedel	„	10. Okt. ziemlich reif, etwas faul	„	„
11	Gertweiler, Gew. Aue	Schwerer Lehmboden, Untergrund steinig, vor 3 Jahren Stalldünger	Verschiedene	„	12. Okt. Trauben gesund und reif	„	gute
12	Gertweiler, Gew. Heydel	Schwerer Lehmboden, im Vorjahr Stalldünger	Clevner	„	15. Okt. Trauben reif, etwas faul	„	sehr gute
13	Barr, Schloß Truttenhausen	Lehmiger Tonboden, alle 3 Jahre Stalldünger	$^2/_3$ Knipperle, $^1/_3$ Sylvaner	Peronospora und Oïdium, 2 mal gespritzt u. geschw.	15. Okt. $^1/_{10}$ gefault	„	—
14	Saarunion, Gew. Rebberg	Kalk mit lehmhaltigem Humus, Stalldünger	Harthengst, Roter Burgunder, Clevner, Gutedel	Heuwurm, 2 mal gespritzt	24. Okt. etwas gefault	„	mittlere
15	Erlenbach i. Weilerthal	—	—	—	—	„	geringe

Jahrganges 1903.

Zeitpunkt der Untersuchung	Farbe des Weines	Spez. Gewicht bei 15° C.	In 100 ccm Wein sind enthalten g															Alkalinität der Asche in ccm N.-Lauge	Verhältnis von Alkohol zu Glyzerin = 100:	Säurerest nach Möslinger
			Alkohol	Extrakt	Gesamtsäure	Milchsäure nach Möslinger	Flüchtige Säure	Nichtflüchtige Säure	Glyzerin	Zucker	Gesamtweinsäure	Freie Weinsäure	Weinstein	Weinsteinsäure an alkalische Erden gebunden	Extrakt nach Abzug der nichtflüchtigen Säuren	Extrakt nach Abzug der Gesamtsäure	Mineralbestandteile			
1903 4.12.	weiß	0,9981	5,64	2,056	0,637	0,405	0,047	0,578	0,482	0,048	0,296	0	—	—	1,478	1,419	0,226	2,1	8,54	0,430
„	„	0,9982	6,24	2,246	0,607	0,401	0,059	0,534	0,527	0,028	0,240	0	—	—	1,712	1,639	0,241	2,17	8,44	0,414
„	„	0,9996	6,96	2,275	0,675	0,2637	0,089	0,626	0,558	0,1224	0,282	0	—	—	1,626	1,577	0,247	2,5	8,01	0,485
1904 19.4	„	0,9968	6,27	1,884	0,723	0,216	0,048	0,662	0,481	0,056	0,271	0,074	—	—	1,222	1,161	0,1635	1,31	7,67	0,489
„	„	0,9959	6,86	1,924	0,738	0,219	0,049	0,676	0,533	0,056	0,313	0,146	—	—	1,248	1,186	0,147	1,11	7,76	0,446
10.5.	„	1,0021	4,20	2,119	0,662	0,143	0,064	0,582	0,4374	0,163	0,153	0	—	—	1,474	1,394	0,239	1,70	10,41	0,505
„	„	1,0016	4,89	2,362	0,596	0,153	0,054	0,529	—	0,154	0,0834	0	—	—	1,779	1,712	0,323	2,28	—	0,487
„	„	0,9968	7,60	2,374	0,555	0,1900	0,040	0,505	0,715	0,159	0,181	0	—	—	1,810	1,760	0,234	1,76	9,4	0,414
25.3.	„	1,0012	5,26	2,334	1,357	0,060	0,054	1,289	0,414	0,107	0,371	0,167	—	—	1,038	0,970	0,222	1,36	7,87	1,020
„	„	1,0006	5,92	2,459	1,267	0,076	0,060	1,191	0,393	0,101	0,344	0,1385	—	—	1,267	1,191	0,237	1,87	6,63	0,949
„	„	0,9994	5,95	2,301	1,117	0,053	0,046	1,060	0,460	0,119	0,257	0,043	—	—	1,222	1,165	0,221	1,43	7,73	0,910
Jan.	„	0,9972	7,46	2,284	0,973	0,060	0,050	0,91	0,524	0,115	0,295	0,100	—	—	1,359	1,296	0,201	1,30	7,02	0,712
10.3.	„	0,9998	5,32	2,180	1,130	0,094	0,041	1,078	0,465	0,075	0,255	0	—	—	1,102	1,050	0,199	2,14	8,74	0,950
7. 2.	„	1,0008	5,26	2,385	1,067	0,085	0,037	1,021	0,528	0,107	0,243	0	—	—	1,357	1,311	0,245	2,00	10,03	0,899
18.2.	„	1,0034	3,37	2,051	0,652	0,256	0,061	0,575	0,368	0,123	0,228	0	—	—	1,453	1,376	0,332	2,93	10,91	0,461

der Tabelle niedergelegten Zahlen ergeben, daß die untersuchten Naturweine nur ganz minimale Mengen von Natron enthalten. Die gefundenen Natronmengen sind in vielen Weinen so gering, daß es im Hinblick auf die Fehler der analytischen Methode als zweifelhaft erachtet werden muß, ob überhaupt Natron in bestimmbarer Menge in den Weinen vorhanden ist. In Übereinstimmung damit sind die Befunde an reellen Handelsweinen, in denen wir niemals Natronmengen feststellen konnten, die über 5 mg hinausgehen. Die von gewissen Sachverständigen vor Gericht aufgestellte Behauptung, daß die Rebe bei reichlicher Düngung mit Chilisalpeter einen Traubensaft mit hohem Natrongehalte liefern könne, ist bei Mosten von Versuchsparzellen, die 4 Jahre hintereinander mit je 400 kg Chilisalpeter pro ha gedüngt waren, nicht bestätigt gefunden. Zwischen den Mosten dieser Parzellen und den vergleichsweise herangezogenen Mosten der sonst vergleichbaren ungedüngten Parzellen war im Natrongehalt kein wesentlicher Unterschied.

B. Unter-Elsaß.

Bericht des chemischen Laboratoriums des Kaiserl. Polizei-Präsidiums Straßburg.
Prof. **Dr. Amthor.**

Wie schon bei Besprechung der Mostuntersuchungen hervorgehoben wurde, hatten die Reben außerordentlich durch die Ungunst der Witterung und dadurch bewirkte starke Verbreitung von Krankheiten und Schädlingen (Oïdium, Peronospora, Springwurm, Sauerwurm) zu leiden.

Die Weine sind deshalb von geringer Qualität, von meist sehr niedrigem Alkohol- und oft sehr hohem Säuregehalt.

Anhang.

Umfang des Weinverschnittgeschäfts im deutschen

Zollverwaltungsgebiet	Menge des unter Steuerkontrolle mit Verschnittwein verschnittenen				Ursprungsland des ausländischen Weiß- oder Rotweines (Spalte 4/5)
	inländischen		ausländischen		
	Weißweines hl	Rotweines hl	Weißweines hl	Rotweines hl	
1	2	3	4	5	6
			Der Verschnitt ist ausgeführt:		
Preußen	—	517	—	—	—
Bayern	29	1 276	—	—	—
Hessen	483	5 550	—	—	—
Elsaß-Lothringen	85	529	—	—	—
Summe a	597	7 872	—	—	—

[1]) Vergl. Deutsches Handelsarchiv 1905. Erster Teil, S. 578.

Die in der Tabelle (S. 72 und 73) unter Nr. 1—14 aufgeführten Analysen betreffen Weine, welche den in der Moststatistik für 1903 angeführten Mosten annähernd entsprechen.

Wenn auch die Moste und die daraus gewonnenen Weine von besonders zuverlässigen Produzenten herrühren, so kann doch eine vollständige Übereinstimmung nicht erwartet werden, weil die seinerzeit eingesandten Moste nicht in allen Fällen Mittelproben des gesamten Ertrags der betreffenden Lage sein konnten.

Immerhin lassen sich einige wichtigere Beobachtungen festhalten.

Ein außerordentlich starker Säurerückgang unter entsprechender Bildung größerer Mengen von Milchsäure tritt bei den meisten Proben hervor.

So z. B. enthielt der dem Wein Nr. 1 entsprechende Most in 100 ccm 1,265 g Gesamtsäure, während der anfangs Dezember untersuchte Jungwein nur noch 0,637 g Gesamtsäure bei 0,405 g Milchsäure aufweist.

Bei einigen Proben ist aber hinwieder der Säurerückgang außerordentlich schwach. So enthielt der dem Wein Nr. 9 entsprechende Most 1,488 g Gesamtsäure, während der Ende März untersuchte Jungwein noch 1,357 g Gesamtsäure bei nur 0,06 g Milchsäure aufwies.

Die Ursache dieses abweichenden Verhaltens ist unbekannt. Wahrscheinlich dürfte aber starkes Schwefeln dem Säurerückgang hinderlich sein.

Bei sämtlichen untersuchten Weinen sind mit nur einer Ausnahme die durch die Bekanntmachung des Bundesrats vom 2. Juli 1901 für gezuckerte Weine festgesetzten Minimalwerte überschritten und zwar meist beträchtlich. Nur der Wein Nr. 9, der den geringen Säurerückgang zeigt, besitzt einen etwas niedrigeren Extraktrest, wie 1,0 bezw. 1,1 und zwar 0,970 bezw. 1,038.

Zollgebiet im Kalenderjahre 1904[1]).

Menge des Verschnitt-		Die Menge des Verschnitt-Weines und -Mostes (Spalte 7/8) verteilt sich auf die Herkunftsländer (Spalte 9—16) in Hektolitern								Gesamtmenge d. verschnittenen Weine usw. (Spalte 2/5 und 7/8) hl
Weines hl	Mostes hl	Frankreich (mit Algerien)	Griechenland	Italien	Österreich-Ungarn	Spanien	Türkei	Vereinigte Staaten von Amerika	Britisch-Australien	
7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
a) von einem Weinbauer.										
110	—	—	13	—	—	97	—	—	—	627
262	—	13	9	31	—	209	—	—	—	1 567
1 602	—	26	184	449	7	932	—	4	—	7 635
96	—	—	—	7	—	89	—	—	—	710
2 070	—	39	206	487	7	1 327	—	4	—	10 539

Zollverwaltungsgebiet	Menge des unter Steuerkontrolle mit Verschnittwein verschnittenen				Ursprungsland des ausländischen Weiß- oder Rotweines (Spalte 4/5)
	inländischen		ausländischen		
	Weißweines hl	Rotweines hl	Weißweines hl	Rotweines hl	
1	2	3	4	5	6
					b) von einem
Preußen	10 005	30 695	216	3 404	Frankreich hl 3 347 Italien „ 212 Spanien „ 61
Bayern	10 354	51 147	97	146	Italien „ 97 Öster.-Ung. „ 146
Sachsen, Königreich	232	1 748	—	18	Frankreich „ 18
Württemberg	2 410	4 879	—	—	—
Baden	2 149	9 500	—	—	—
Hessen	2 082	9 732	—	—	—
Mecklenburg-Schwerin	32	465	—	—	—
Thüringischer Zoll- u. Steuerverein	183	468[1]	—	—	—
Oldenburg	24	222	—	—	—
Braunschweig	48	513	—	224	Frankreich hl 224
Lübeck	163	2 156	—	214	„ „ 214
Bremen	1 002	2 471	151	2 232	„ „ 2 232 Spanien „ 151
Hamburg	1 042	11 519	61	333	Frankreich „ 281 Türkei „ 113
Elsaß-Lothringen	13 983	11 147	—	263	Frankreich „ 249 Spanien „ 14
Summe b	43 664	136 662	525	6 834	—
Außerdem Luxemburg	153	44	—	—	—
					c) von einer
Preußen	6	42	—	—	—
Bayern	14	1 361	—	—	—
Württemberg	84	515	—	—	—
Baden	62	111	—	—	—
Hessen	—	52	—	—	—
Hamburg	6	—	—	—	—
Elsaß-Lothringen	421	159	—	—	—
Summe c	593	2 240	—	—	—
Dazu Summe b	43 664	136 662	525	6 834	—
„ „ a	597	7 872	—	—	—
Zusammen im deutschen Zollgebiet, außer Luxemburg	44 854	146 774	525	6 834	—
	191 628		7 359		
In Luxemburg	153	44	—	—	—
	197				
Dagegen 1903[2]): im deutschen Zollgebiet, außer Luxemburg	47 041	130 772	598	6 476	—
	177 813		7 074		
In Luxemburg	167	—	—	—	—

[1]) Darunter in preußischen Gebietsteilen des Vereins 122 hl.

[2]) Vergl. Arbeiten a. d. Kaiserl. Gesundheitsamte Bd. XXII, S. 106 u. 107.

Menge des Verschnitt-		Die Menge des Verschnitt-Weines und -Mostes (Spalte 7/8) verteilt sich auf die Herkunftsländer (Spalte 9—16) in Hektolitern								Gesamtmenge d. verschnittenen Weine usw. (Spalte 2/5 und 7/8) hl
Weines hl	Mostes hl	Frankreich (mit Algerien)	Griechenland	Italien	Österreich-Ungarn	Spanien	Türkei	Vereinigte Staaten von Amerika	Britisch-Australien	
7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Weinhändler.										
20 797	—	3 970	1 580	5 888	1 578	7 571	186	74	—	65 117
24 499	—	449	2 139	4 345	182	17 093	14	277	—	86 243
1 109	—	45	42	513	134	346	25	4	—	3 107
2 661	—	26	77	642	193	1 599	124	—	—	9 950
4 217	—	128	442	1 128	14	2 491	—	14	—	15 866
4 473	—	34	497	740	169	3 016	—	9	8	16 287
242	—	46	7	32	38	113	—	6	—	739
402	—	27	74	80	14	207	—	—	—	1 008
135	—	—	—	21	—	46	—	68	—	381
429	—	110	78	103	—	138	—	—	—	1 214
1 238	—	67	6	896	—	268	1	—	—	3 771
3 881	—	925	865	183	—	1 799	43	44	22	9 787
6 689	—	476	698	1 290	231	3 684	231	—	79	19 644
21 329	—	2 236	2 022	2 718	332	14 021	—	—	—	46 722
92 101	—	8 539	8 527	18 579	2 885	52 392	574	496	109	279 786
225	—	—	—	89	—	136	—	—	—	422
sonstigen Person.										
9	—	—	—	—	—	9	—	—	—	57
264	—	—	19	159	—	76	—	10	—	1 639
173	—	—	—	62	—	98	13	—	—	772
49	—	—	—	11	—	38	—	—	—	222
7	—	—	—	7	—	—	—	—	—	59
7	—	—	—	7	—	—	—	—	—	13
629	—	105	20	11	22	471	—	—	—	1 209
1 138	—	105	39	257	22	692	13	10	—	3 971
92 101	—	8 539	8 527	18 579	2 885	52 392	574	496	109	279 786
2 070	—	39	206	487	7	1 327	—	4	—	10 539
95 309	—	8 683	8 772	19 323	2 914	54 411	587	510	109	294 296
225	—	—	—	89	—	136	—	—	—	422
97 024	—	8 283	8 271	22 420	2 985	52 375	2 602	88	—	281 911
248	—	—	108	—	74	66	—	—	—	415

Ergebnisse der Moststatistik für 1904.

Berichte der beteiligten Untersuchungsstellen,

gesammelt im Kaiserlichen Gesundheitsamte.

---

1. Preußen.

Bericht der önochemischen Versuchsstation Geisenheim

Dr. Philipp Schmidt.

Das Jahr 1904 war für den Weinbau bedeutend günstiger wie das verflossene. Der Winter war ziemlich mild, auch von Nachtfrösten blieb der Rheingau im April und Mai ganz verschont. Das Rebholz war gut reif, die Reben trieben frühzeitig aus. Die Blüte verlief ziemlich rasch und gut. Sehr günstig war während des Sommers die Witterung, so daß sich die Trauben rasch und vorzüglich entwickeln konnten. Während der heißen Sommermonate, in denen die Trauben vollständig ausreifen konnten, waren nur sehr wenige Niederschläge zu verzeichnen. Zu Beginn der Lese, ungefähr Mitte Oktober, trat etwas trübes regnerisches Wetter ein. Im allgemeinen konnte jedoch die Lese bei gutem Wetter vorgenommen werden. Der Heu- und Sauerwurm trat nur in einigen Gemarkungen auf und richtete dortselbst großen Schaden an. Eine unliebsame Entdeckung wurde in diesem Jahre durch das Auffinden der Reblaus in der Geisenheimer Gemarkung (Morschberg) gemacht. Edelfäule trat allenthalben auf, so daß gute Auslesen gehalten werden konnten. Im allgemeinen war die Menge des geherbsteten Weines zufriedenstellend, wenn auch der Ertrag in den einzelnen Gemarkungen wechselnd war. Die offizielle Erhebung hat ergeben, daß im Rheingau bei 2339 Hektar Weinbergsland auf 1963 Hektar Ertragsfläche 57900 Hektoliter Weißwein und 1029 Hektoliter Rotwein geherbstet worden sind. Das Mostgewicht bei den Rheingauer Mosten des Jahres 1904 war durchwegs höher als bei den 1903er Mosten, was hauptsächlich den heißen Sommermonaten zu danken war. Auch die Edelfäule trug hierzu bei. Dagegen weisen die 1904er Moste im Durchschnitt einen geringeren Säuregehalt auf als die 1903er. In diesem Jahre wurden, Dank dem Entgegenkommen einer großen Anzahl Weingutsbesitzer und Weinproduzenten, im ganzen über 400 Mostproben aus den gesamten preußischen Weinbaugebieten an die Station eingesandt und hier untersucht. Die Ergebnisse der Untersuchungen dieses reichlichen Materials, die in folgender Tabelle nach den einzelnen Weinbaugebieten und Lagen zusammengestellt sind, ermöglichen eine ziemlich genaue Übersicht.

Tabelle I.

Moste des Jahres 1904.

Lfde. Nr.	Gemarkung	Lage	Bodenart	Traubensorte	Beobachtete Krankheiten u. Schädlinge	Mittel, die dagegen angewendet werden	Zeit der Lese 1904	Art u. Grad der etwa vorhandenen Fäule	Mostgew. b. 15° C. (Grade Oechs.)	Säure ‰
				A. Weißweinmoste.						
				1. Rhein- und Maingau.						
1	Aßmannsh.	Bad	Quarzit	Kleinberger u. Sylvaner	—	Geschwefelt	8. Okt.	—	87,5	6,9
2	„	Berg	Steiniger Boden	Kleinberg., Sylv. u. Riesling	—	„	14. „	—	88,2	5,95
3	„	Herrmannsei	Schieferartig	Gemischt. Satz	—	„	8. „	—	80,5	7,1
4	„	Lorsberg	Lehm u. Ton	„ „	—	„	9. „	—	77,3	6,5
5	Eibingen	Flecht	Gesteinboden	Riesling[1])	Gesund	Geschwefelt u. gespritzt	28. „	Edelfäule	114,88	8,8
6	„	„	„	„	„	„	28. „	„	94,0	9,0
7	Erbach	Gemark	Löß	„	—	„	2. Nov.	„	113,0	8,55
8	„	Markobrunn	Lette (Meeresboden)	„ [1])	—	„	1. „	Edelfäule (geschrumpfte Beeren	152,7	9,52
9	„	„	Lehmboden	„	—	—	17. Okt. bis 9. Nov.	—	107,8	9,35
10	Geisenheim	Altbaum	Kies, mit Lehm verbessert	„	Sauerwurm	—	16. bis 17. Okt.	³/₄ faul, ¹/₄ grün	88,6	9,3
11	„	„	Lette	„	—	—	18. Okt.	Zur Hälfte edelfaul	88,0	11,0
12	„	„	Gesteinboden	„	Gesund	Geschwefelt u. gespritzt	24. „	Edelfäule	99,2	10,0
13	„	Decker	Lettboden	„	Sauerwurm	—	19. „	—	100,1	8,3
14	„	„	„	„	—	Geschwefelt u. gespritzt	8. bis 20. Okt.	Edelfäule	92,2	9,6
15	„	„	„	„	Gesund	„	22. Okt.	„	96,4	9,7
16	„	Fuchsberg	Lehmboden	Müllerrebe	„	„	3. „	Gesund	87,0	10,1
17	„	„	„	Elbling	„	„	5. „	„	75,0	10,8
18	„	„	„	Sylvaner[2])	„	„	13. „	Edelfäule	87,0	9,2
19	„	„	„	„ [3])	„	„	14. „	„	91,5	8,6
20	„	„	„	Riesling	„	„	15. „	„	94,1	8,5
21	„	„	„	„	„	„	15. „	„	91,8	9,1
22	„	„	„	Österr. u. Riesling Kreuzung[4])	„	„	17. „	„	88,7	8,9
23	„	„	„	Riesling mit Burgunder	„	„	17. „	„	90,6	8,1
24	„	„	„	Sortiment	„	„	17. „	„	78,2	9,2
25	„	„	Schwerer Lehm- u. Letteboden	Riesling[1])	„	„	22. „	„	109,3	10,1
26	„	Fuchsberg	Lehmb. m. Schiefer überfahren	„	Gesund	Geschwefelt u. gespritzt	2. Nov.	Edelfäule	109,5	9,12
27	„	Fuchsberg u. Mäuerchen	Letteboden	Erdtrauben	Stielfäule	„	19. Okt.	Faul	94,6	8,4
28	„	Hoherech	Schw. Lehm	Riesling u. Österreicher	—	—	9. bis 19. Okt.	„	94,0	8,3
29	„	„	Lehmboden	Riesling	Gesund	Geschwefelt u. gespritzt	20. Okt.	Edelfäule	110,8	9,2
30	„	„	„	„	„	„	20. „	„	100,5	7,6
31	„	Katzenloch	Letteboden	„	„	„	31. „	„	104,6	9,3
32	„	Kirchgrub	Kieslette	Riesling u. Österreicher	Keine	„	8. bis 20. Okt.	„	85,2	8,8
33	„	Kosackenberg	Lehm u. Sand	Riesling	—	Gespr. 2%ig	18. Okt.	Meist edelfaul	98,7	9,9
34	„	Kreuzweg	Lehmboden	Riesling u. Österreicher	Keine	Geschwefelt u. gespritzt	8. bis 20. Okt.	Edelfäule	81,2	9,4
35	„	Lickerstsin	Lehm	Riesling	Heu- u. Sauerwurm	„	16. Okt.	„	91,8	8,0

[1]) Auslese. [2]) Drahterziehung. [3]) Rheingauer Erziehung. [4]) Sämling.

Lfde. Nr.	Gemarkung	Lage	Bodenart	Traubensorte	Beobachtete Krankheiten u. Schädlinge	Mittel, die dagegen angewendet wurden	Zeit der Lese 1904	Art u. Grad der etwa vorhandenen Fäule	Mostgew. b. 15° C. (Grade Oechs.)	Säure ‰
36	Geisenheim	Mäuerchen	Letteboden	Riesling [1]	Gesund	Geschwefelt u. gespritzt	31. Okt.	Edelfäule	135,0	9,5
37	„	„	„	„	„	„	31. „	„	102,0	8,2
38	„	Morschberg	Schiefer	Fleischtrauben	Heu- u. Sauerwurm	„	17. „	„	81,0	9,7
39	„	„	„	Riesling	„	„	18. „	„	90,4	8,2
40	„	„	„	„	—	„	23. „	„	105,8	8,65
41	„	Mittlere „	Gesteinboden	„	Litten durch Trockenheit	„	26. „	„	97,3	8,1
42	„	Vordere „	„	„	Gesund	„	2. Nov.	„	107,7	8,0
43	„	Rothenberg	Rot. Schiefer	„ [2]	—	„	20. Okt.	„	103,7	7,7
44	„	„	„	„	—	Gespr. 2%ig	22. „	Meist edelfaul	102,3	7,54
45	„	„ (Östlich)	Lehmboden	„	—	„ „	25. „	„ „	107,3	7,73
46	„	Schorchen	Gesteinboden	Sylvaner	Gesund	Geschwefelt u. gespritzt	18. „	Edelfäule	91,7	8,5
47	„	Schorchen u. weiße Mauer	„	Traminer	„	„	19. „	„	99,7	6,3
48	„	Spitzelehn	Kiesboden	Österreicher	—	—	11. „	½ edelfaul	82,8	7,6
49	„	„	„	Österreicher u. Riesling	Keine	Geschwefelt u. gespritzt	8. bis 20. Okt.	Edelfäule	78,2	8,7
50	„	Steinacker	Grundiger Humusboden	Riesling	—	Gespritzt	12. Okt.	ca. ½ edelfaul	87,8	7,8
51	„	„	Schieferbod.	Gewürztram.	—	„	14. „	Zieml. gesund	88,0	5,5
52	„	„	Kiesboden	Riesling	—	Geschwefelt u. gespritzt	17. „	Edelfäule	91,8	8,8
53	„	„	Gesteinboden	Sylvaner [3]	Gesund	„	11. „	„	90,4	7,5
54	„	Teilers	Schw. Lehm	Riesling [4]	„	„	21. „	„	111,2	9,0
55	„	„	„	„	„	„	21. „	—	101,2	8,5
56	Hallgarten	Merholz	Kies	„	—	—	26. „	Edelfäule	82,0	8,8
57	Hattenheim	Boxberg	Lette	Österreicher	Sauerwurm, Oïdium u. Peronospora	Geschwefelt u. gespritzt	13. „	½ grün ½ edelfaul	82,2	8,6
58	„	Bubenpfad	Lehmboden	„	„	„	13. „	„	78,6	9,5
59	„	Pflänzer	Kieslette	„	„	„	13. „	„	86,0	7,9
60	„	Steinberg (Rosengarten)	Verwitt. Schieferboden	Riesling	—	—	17. „	—	109,8	9,3
61	„	Steinberg (Oberhöhe)	„	„	—	—	17. Okt. bis 9. Nov.	—	104,1	8,7
62	„	Steinberg (Pflänzer)	„	„	—	—	17. Okt. bis 9. Nov.	—	99,5	8,5
63	„	Strüth	Lehm	Gemischt. Satz	Etwas Peronospora	Spät gespr.	12. Okt.	½ faul	80,2	8,7
64	„	Wisselbrunn	Lette	Riesling	—	Geschwefelt u. gespritzt	2. Nov.	Edelfäule	107,0	8,35
65	Hochheim a. M.	Brembusch	„	Riesling u. Österreicher	Keine	„	13. Okt.	½ „	84,4	6,95
66	„	Dechanei	Sandig. Bod.	Riesling	—	—	25. „	—	97,6	9,8
67	„	„	„	„	—	—	25. „	—	97,2	9,8
68	„	Kirchenstück	Sandige Lette	„	—	Gespr. 2%ig	29. „	Edelfäule	105,5	7,72
69	„	Reichesthal	Letteboden	„	Keine	Gespritzt u. geschwefelt	12. „	½ „	86,0	7,1
70	„	Rosgänger	Lehm. Sandb.	Österreicher	„	„	10. „	½ „	83,5	6,2
71	Johannisberg	Auf der Höll	Lehm-Kies	Riesling	—	„	23. „	½ „	86,9	9,35
72	„	Kläuserberg	Lehm	„ [5]	Keine	„	20. „	Edelfäule	105,0	9,8
73	„	„	„	„	„	„	20. „	Gesund	93,0	9,6
74	„	Erntebringer	Lette	„	Heuwurm	Horstyl	15.–30. „	—	87,3	9,6
75	„	Fischerhölle	Kies	„	—	Geschwefelt u. gespritzt	26. „	½ edelfaul	83,4	8,3

[1]) Auslese. [2]) Auslese. [3]) Rheingauer Erziehung. [4]) Auslese. [5]) Auslese.

Lfde. Nr.	Gemarkung	Lage	Bodenart	Traubensorte	Beobachtete Krankheiten u. Schädlinge	Mittel, die dagegen angewendet wurden	Zeit der Lese 1904	Art u. Grad der etwa vorhandenen Fäule	Mostgew. b. 15° C. (Grade Oechs.)	Säure ‰
76	Johannisberg	Goldatzel	Lehm u. Kies	Riesling	—	Geschwefelt u. gespritzt	23. Okt.	1/2 edelfaul	83,5	9,6
77	„	Hansenberg	Ton, Kies u. Schiefer	„	—	„	22. „	Wenig Edelf.	85,3	7,9
78	„	Höllenkopf	Schiefer	„	—	„	16. „	1/4–1/3 „	85,0	8,5
79	„	Kämmersberg	Kies	„	—	„	29. „	Gesund	84,6	10,1
80	„	Kahlenberg	Tonschiefer	„	Keine	Gespritzt	17. „	Edelfäule	98,0	8,8
81	„	Kerzenstück	Kies	Österreicher	Heuwurm	Horstyl	15.–30. „	—	77,2	7,0
82	„	Klingelhäuserfeld	Lette	Riesling	—	Geschwefelt u. gespritzt	27. „	1/2 edelfaul	89,5	10,55
83	„	„	„	„	—	„	28. „	Meist gesund	86,2	11,2
84	„	Kochsberg	Lehm	„	—	„	29. „	Edelfäule	117,7	8,0
85	„	Mittelhölle	Tonschiefer	„	—	„	30.–31. „	„	116,2	8,9
86	„	„	Schiefer	„	—	„	14. „	1/4–1/3 edelf.	83,0	9,1
87	„	„	„	„	—	„	15. „	Meist gesund	82,0	9,1
88	„	Schloßberg	Lette u. Schiefer	„	Heuwurm	Horstyl	15.–30. „	—	93,0	9,6
89	„	Steinhölle	Tonschiefer	„	—	Geschwefelt u. gespritzt	28. „	Teilweise edelfaul	108,1	7,1
90	„	Steinstück	Kieslette	„	Heuwurm	Horstyl	15.–30. „	—	84,4	10,4
91	„	Vogelsang	Lehm	Traminer	—	Geschwefelt u. gespritzt	24. „	Gesund	99,6	6,4
92	„	„	Sandige Lette	Riesling	Heuwurm	Horstyl	15.–30. „	—	84,4	9,6
93	„	Weiher	Lehmb. m. Schiefer überfahren	„	—	—	25. „	—	93,7	9,7
94	Kiedrich	Gräfenberg	Verwitt. Schieferboden	„	—	—	2.–5. Nov.	—	103,8	6,85
95	Lorch	Bodental	Tonschiefer	„	—	—	Mitte Okt.	Edelfäule	91,2	8,3
96	„	Lehnbodengrub	Schiefer	Österreicher u. Kleinberger	—	—	„ „	„	82,2	7,5
97	Mittelheim	Bangert	Lette	Riesling	Heuwurm	Horstyl	15.–30. „	—	89,2	9,4
98	„	„	„	„	„	„	15.–30. „	—	94,1	9,0
99	„	Edelmann	Kies u. Lette	Österreicher	„	„	15.–30. „	—	93,6	10,5
100	„	Gänsebaum	Lette	Riesling	„	„	15.–30. „	—	93,2	9,8
101	„	Hasensprung	„	Österreicher	„	„	15.–30. „	—	83,1	8,0
102	„	Neuberg	Schw. Boden	Riesling	„	„	15.–30. „	—	90,2	8,4
103	„	„	„	„	„	„	15.–30. „	—	82,1	7,0
104	„	„	Kies u. Lehm	„	—	Geschwefelt u. gespritzt	28. „	Meist gesund	90,4	9,7
105	„	Oberberg	Lette	„ [1])	—	„	25. „	„ „	85,4	7,5
106	„	Schlehdern	Lehm	„	—	—	21. „	1/2 faul	99,0	8,7
107	„	„	„	„	—	—	21. „	1/2 „	105,6	10,05
108	„	„	„	„	—	—	22. „	1/2 „	93,0	9,1
109	Östrich	Böhl	Kiesiger Ton	„	—	—	20. „	2/3 „	82,4	9,4
110	„	Dachsberg	„	„ [2])	—	—	22. „	1/2 „	115,0	10,3
111	„	Dosberg	Leicht. Lehm	„	Etwas Sauerwurm	—	29. „	60% edelf.	100,9	8,7
112	„	„	„	„	„	—	29. „	60% „	99,1	8,6
113	„	„	„	„ [2])	„	—	29. „	Edelfäule	129,0	9,6
114	„	Deez	Lette mit Sand	„	—	—	27. „	Fäule	98,5	9,2
115	„	Dosberg	Leicht. Lehm	„	—	—	26. „	Stark edelf.	102,3	8,7
116	„	Eiserberg	Schw. Lette	„	—	—	28. „	Edelfäule	95,0	8,1
117	„	„	Kieslette	„	—	—	29. „	—	101,6	9,0
118	„	„	„	„ [2])	—	—	29. „	Edelfäule	135,0	10,4
119	„	„	„	„	—	—	26. „	„	102,8	10,2

[1]) Nachlese. [2]) Auslese.

Lfde. Nr.	Gemarkung	Lage	Bodenart	Traubensorte	Beobachtete Krankheiten u. Schädlinge	Mittel, die dagegen angewendet wurden	Zeit der Lese 1904	Art u. Grad der etwa vorhandenen Fäule	Mostgew. b. 15° C. (Grade Oechs.)	Säure ‰
120	Östrich	Eiserberg	Kieslette	Riesling [1])	—	—	26. Okt.	Edelfäule	139,0	10,3
121	„	„	„	„	—	—	26. „	„	96,3	9,1
122	„	„	„	„ [1])	—	—	30. „	1/2 „	133,6	10,1
123	„	„	„	„ [2])	—	—	30. „	1/2 „	99,7	9,25
124	„	„	„	„ [1])	—	—	2. Nov.	1/2 „	135,6	9,9
125	„	„	„	„	—	—	2. „	1/2 „	97,6	9,0
126	„	„	„	„	—	—	31. Okt.	50% „	101,6	9,4
127	„	„	„	„ [1])	—	—	4. Nov.	50% „	145,8	11,2
128	„	Gottestal	Kies, Lehm u. Lette	Österreicher	—	Geschwefelt u. gespritzt	17. Okt.	1/4 „	81,9	10,0
129	„	Hallgartener Weg	Kiesig. Lehm	Riesling	—	—	20. „	3/4 „	98,5	11,0
130	„	„	Kies mit Lette	„	—	—	17. „	In Fäule übergehend	98,4	8,8
131	„	„	„	„	—	—	17. „	„	89,4	8,6
132	„	Heide	Kies	„	—	—	18. „	Wenig Edelfäule	80,3	10,0
133	„	Hölle	Schw. Lette	„	—	—	24. „	Edelfäule	94,1	8,4
134	„	„	Schw. Lette mit grobem Kies	„	—	—	29. „	Stark i. Fäule übergehend	102,5	8,2
135	„	„	Kieslette	„	—	Geschwefelt u. gespritzt	20. „	1/2 edelfaul	89,4	9,1
136	„	„	„	„	—	„	29. „	Meist gesunde, teils faule, teils braune Beeren	93,4	9,4
137	„	Kellerberg	Sand u. Tonlette	Österreicher	—	„	19. „	1/4 edelfaul	81,1	7,7
138	„	Kämmnau	Lehm	Riesling	—	—	23. „	Edelfäule	94,0	9,2
139	„	„	„	Österreicher	—	—	14. „	„	79,3	6,4
140	„	Landflecht	Weißblauer Ton	Riesling	—	—	14. „	1/2 faul	90,2	9,5
141	„	„	Lette	„	—	—	19. „	In Fäule übergehend	88,3	8,6
142	„	„	Schw. Lehm	„ [1])	—	—	23. „	70% faul	133,9	10,1
143	„	„	„	„	—	—	17. „	Stark faul	103,7	9,7
144	„	Langflecht	Lette	„	—	—	19. „	In Fäule übergehend	98,9	10,6
145	„	Lehnchen	Kieslehm	„	—	—	26. „	—	96,0	9,1
146	„	„	Lehm	„	—	—	2. Nov.	Faul	98,7	7,9
147	„	Mühlberg	Lehmb. m. Kies	„	—	—	—	—	98,0	9,1
148	„	„	Stein. Kieslehm	„	—	—	5. Nov.	30% Edelf.	96,2	9,3
149	„	„	Kieslette	„ [1])	—	Geschwefelt u. gespritzt	31. Okt.	Edelfäule	109,4	8,1
150	„	Neuberg	Kalter Lehm, teils etwas Kies	„	—	—	29. „	1/2 faul	92,0	12,1
151	„	„	„	„	—	—	22. „	1/2 „	92,5	10,5
152	„	Reuscherberg	Kieslette	Österreicher u. Riesling	—	—	15. „	Wenig Edelfäule	97,4	7,9
153	„	Rummelsgasse	„	Riesling	—	—	20. „	„	85,9	9,2
154	„	Sammberg	Leicht. Lehm	„	—	—	18. „	1/2 faul	97,0	9,6
155	„	Schlehdorn	Kiesig. Lehm	„	—	—	25. „	Ganz faul	92,5	7,5
156	„	„	Leicht. Lehm	„	—	—	29. „	—	97,6	10,1
157	„	Steil	Leichter Ton u. Lehm	„	—	—	2. Nov.	Wenig faul	102,1	10,0
158	Rüdesheim	Brunnen	Schieferboden	„	Sauerwurm	Geschwefelt u. gespritzt	24. u. 25. Okt.	Stark edelf.	118,7	7,85
159	„	Burgweg	Quarz mit roter Lette	„	Heu- u. Sauerwurm	„	26. Okt.	Edelfäule	102,8	7,5
160	„	„	Steiniger Boden	„	—	—	28. „	„	105,5	7,6

[1]) Auslese. [2]) Nachlese.

Lfde. Nr.	Gemarkung	Lage	Bodenart	Traubensorte	Beobachtete Krankheiten u. Schädlinge	Mittel, die dagegen angewendet wurden	Zeit der Lese 1904	Art u. Grad der etwa vorhandenen Fäule	Mostgew. b. 15° C. (Grade Oechs.)	Säure ‰
161	Rüdesheim	Gessel	Lehm	Gemischt. Satz	Sauerwurm	Geschwefelt u. gespritzt	10. Okt.	Edelfäule eingetr.	89,6	8,9
162	„	Hohlweg	Schiefer	Riesling	—	„	21. „	„	97,5	9,3
163	„	Hinterhaus	Tonboden	„	Sauerwurm	„	16. „	Starke Edelfäule	97,8	7,9
164	„	„	„	„	„	„	15. „	„	101,3	8,0
165	„	„	Letteboden	„	„	—	15. „	Edelfäule	91,3	9,2
166	„	Krachbein	Kieslette	„	„	Geschwefelt u. gespritzt	19. „	Geringe Edelfäule	102,0	9,7
167	„	Krippe	Steiniger Boden	„	„	—	26. „	Edelfäule	109,3	8,5
168	„	Kronnest	Schiefer	„	„	—	18. „	„	90,5	8,9
169	„	Mühlstein	Steiniger Boden	„	—	—	27. „	„	105,8	6,9
170	„	Pares	Schief. m. Lette	„	Heu- u. Sauerwurm	Geschwefelt u. gespritzt	23. u. 24. Okt.	Edelfäule 1/3 eingeschr.	101,5	7,5
171	„	Platz	Tonboden	„	Sauerwurm	„	22. Okt.	Stark edelf.	99,0	9,7
172	„	Rottland	Schiefer	„	Heu- u. Sauerwurm	Bergersches Mittel	14. „	Edelfäule	94,1	7,2
173	„	„	Tonboden	„	Etwas Sauerwurm	Geschwefelt u. gespritzt	17. „	Ger. Fäule	106,8	8,5
174	„	„	„	„	Sauerwurm	„	18. „	„	100,8	8,1
175	„	„	„	„	„	„	18. „	„	99,8	8,1
176	„	„	Schiefer	„	„	—	19. „	Edelfäule	99,8	7,5
177	„	„	Schief. m. Lette	Gewürztraminer Fleischtrauben Spätrot	Heu- u. Sauerwurm	Geschwefelt u. gespritzt	4. „	Wen. Fäule	78,0	6,5
178	„	Oberes Rottland	Schiefer	Riesling	Etwas Sauerwurm	—	19. „	Edelfäule	95,3	7,6
179	„	Vorderes „	Letteschiefer	„	„	—	17. „	„	97,8	9,6
180	„	Unter. Roseneck	Steiniger Boden	„	—	—	21. „	„	99,8	8,0
181	„	Oberes „	Steinig. Lehmb.	„	—	—	21. „	„	90,3	8,65
182	„	Stoll	Schiefer	Orleans	Sauerwurm	Geschwefelt u. gespritzt	26. „	Edelfäule nicht stark	112,0	6,8
183	„	Wilgert	„	Riesling	Wenig Sauerwurm	—	16. „	Edelfäule	88,8	10,5
184	„	Unterer Wilgert	„	„	—	Bergers Mittel	19. „	„	108,3	10,5
185	„	„ „	„	„	—	„	20. „	„	105,8	8,6
186	„	Oberer „	„	„	—	Geschwefelt u. gespritzt	20. u. 21. Okt.	„	94,0	9,4
187	„	Wallmachsberg	Ton u. Schiefer	„	Wenig Sauerwurm	„	10. Okt.	„	88,6	8,0
188	„	„	„	„	„	„	10. „	„	91,2	9,1
189	„	„	„	„	„	„	12. „	„	95,2	9,3
190	„	„	„	„	„	„	12. „	„	93,2	8,8
191	„	„	„	„	„	„	14. „	„	95,4	9,1
192	„	Zollhaus	Steiniger Boden	„	„	—	25. „	„	100,3	8,0
193	„	„	Grauwacke mit eisenhaltigem Knickboden	„	Heu- u. Sauerwurm	Geschwefelt u. gespritzt	25. „	Edelfäule 1/3 geschr.	104,4	7,8
194	„	Brunnen u. Zollhaus	Humushaltiger Schieferboden	„	Sauerwurm	Gespr. 2 %ig	22. „	1/2 edelfaul	105,4	7,82
195	Winkel	Dachsberg	Weißer Schief.	„	—	Geschwefelt u. gespritzt	2. Nov.	Meist goldgelbe Beeren	83,4	8,2
196	„	„	„	„	—	—	4. „	1/2 faul	94,6	8,5
197	„	Greiffenberg	Etwas leichter Boden	„	—	—	15. Okt. bis 15. Nov.	Übergang in Edelfäule	98,7	12,2
198	„	Gutenberg	Fetter Lehm	„	—	—	Zweit. Hälfte des Okt.	Viel Edelfäule	90,2	9,2
199	„	„	„	„	—	—	„	„	91,2	8,8
200	„	„	„	„	Keine	—	„	„	98,9	10,1
201	„	„	„	„	„	—	„	„	97,1	9,2

Lfde. Nr.	Gemarkung	Lage	Bodenart	Traubensorte	Beobachtete Krankheiten u. Schädlinge	Mittel, die dagegen angewendet wurden	Zeit der Lese 1904	Art u. Grad der etwa vorhandenen Fäule	Mostgew. b. 15° C. (Grade Oechs.)	Säure ‰
202	Winkel	Hasensprung	Schiefer	Riesling[1]	—	—	28.—31. O.	Edelfäule	113,7	10,5
203	„	„	„	„	Heuwurm	Horstyl	15.—30. „	—	93,0	9,4
204	„	Klaus	Gesteinboden	„	Durch Trockenheit i. Somm.gelitten	Geschwefelt u. gespritzt	24. Okt.	Edelfäule	96,0	9,7
205	„	„	Lehmb. m. Schiefer überfahren	„	—	—	25. „	—	88,2	8,7
206	„	Plankner	Schwerer Lehmboden	„	—	—	15. Okt. bis 15. Nov.	Größtenteils edelfaul	86,8	10,3
207	„	„	Schwerer Letteboden	„	—	Geschwefelt u. gespritzt	31. Okt.	Faule u. braun. Beeren	89,9	8,6
208	„	Rheingarten	Kies u. Lehm	„	—	„	18. „	Meist edelf.	92,9	8,4
209	„	Schloßberg	Mittelschwerer Lehmboden	„	—	—	15. Okt. bis 15. Nov.	Übergang in Edelfäule	83,7	10,3
210	„	„	„	„	—	—	15. Okt. bis 15. Nov.	Größtenteils Edelfäule	103,3	11,4
211	„	Steinacker	Lehm u. Kies	Österreicher	—	—	9.—19. Okt.	Faul	85,8	6,8
212	„	„	„	„	—	—	9.—19. „	Gesund	75,8	6,6
213	„	„	„	Riesling	—	—	18. Okt.	1/2 edelfaul	86,8	9,1
214	„	„	Kiesboden	„	—	Mottenfang	21. „	2/3 „	94,6	9,4
215	„	Winkeler Lette	Letteboden	„	—	Gespritzt	13. „	1/2 „	84,4	9,4
				2. Rheintal (rechtsrheinisch).						
1	Braubach	Koppenstein	Schwerer Lehmboden mit Quarz	Riesling	—	—	1.—6. Okt.	—	77,5	9,8
2	„	Dautenstiel	Lehmboden	Kleinberger	—	—	2.—6. „	—	70,6	7,6
3	„	Salmenwasser	Schieferboden mit Steingeröll	„	—	—	3.—9. „	—	75,5	8,3
4	„	Koppenstein	Schw. Lehmb.	Riesling	—	—	4.—9. „	—	81,5	9,9
5	Camp-Bornhofener Tal	Camp-Bornhofener Tal	Schieferboden	Kleinberger	Keine	2 mal geschwefelt	15. Okt.	—	74,3	9,6
6	„	Berglage	„	„	Sauerwurm	—	6. „	Etwas Sauerfäule	79,7	8,4
7	Caub	Backofen	Schwerer Schieferboden	Riesling	—	—	8. „	Edelfäule	79,8	6,2
8	„	„	„	„	Gesund	Geschwefelt	12. „	—	77,5	7,4
9	„	„	„	„	„	„	12. „	Zieml. ges.	77,2	8,1
10	„	„	„	Gemischt. Satz	Keine	—	Oktober	Edelfäule	88,6	6,7
11	„	Effen	Leichter Schieferboden	Tokayer u. Österreicher	„	—	7. Okt.	„	70,0	5,1
12	„	Manneweg	„	Kleinberger u. Österreicher	—	—	8. „	1/2 „	80,0	5,7
13	„	Mühlenberg	Schwerer Lehm u. Schiefer	Riesling	Sonnenbrand	—	8. „	1/2 „	78,0	9,6
14	„	Schloßberg	Halbschwerer Schieferboden	„	Gesund	Geschwefelt	11. „	10% „	84,0	7,3
15	„	„	„	„	„	„	11. „	—	81,6	7,6
16	„	„	„	Gemischt. Satz	„	„	12. „	30% Edelf.	92,4	6,5
17	„	Wolfsnack	Grundboden	„	Keine	—	9. „	Etwas „	80,7	5,8
18	Dattenberg	Burgberg	Schiefer	Riesling	„	—	6. „	„	81,0	11,0
19	Oberlahnstein	Mainzberg	Leichter Schiefer	Riesling u. Kleinberger	—	—	6.—10. „	Edelfäule	76,4	9,9
20	„	Helmestal	„	„	—	—	6.—10. „	„	72,4	8,3
21	St. Goarshausen	Buchendell	Schiefer mit Lehm	Kleinberger	—	Geschwefelt	12. „	—	78,6	6,7
22	„	Dolk	Grauschiefer mit Grund	Gemischt. Satz	—	„	11. „	—	81,1	7,1
23	„	Hasenbach	Steinig. Boden	Kleinberger	—	„	10. „	—	80,2	7,4
24	„	Patersberger Berg	„	Traminer	—	„	12. „	—	77,0	6,2

[1]) Auslese.

Lfde. Nr.	Gemarkung	Lage	Bodenart	Traubensorte	Beobachtete Krankheiten u. Schädlinge	Mittel, die dagegen angewendet wurden	Zeit der Lese 1904	Art u. Grad der etwa vorhandenen Fäule	Mostgew. b. 15° C. (Grade Oechs.)	Säure ‰
				3. Rheintal (linksrheinisch).						
1	Boppard	Berglage	Schiefer	Kleinberger	Sauerwurm	—	11. Okt.	Etwas Sauerfäule	87,7	7,9
2	„	Ebene	Lehm	„	—	—	10. „	Gesund	77,5	8,6
3	Werlau b. St. Goar	Im Hasen	Schieferbod.	Riesling u. Kleinberger	Heu- u. Sauerwurm	—	12. „	Etwas Edelfäule	61,1	7,9
				4. Nahetal.						
1	Dorsheim	Burgberg	Eisenhaltiger Lößboden	Riesling	Heu- u. Sauerwurm	Geschwefelt u. gespritzt	20. Okt.	Etwas Edelfäule	98,7	8,85
2	„	Goldloch	„	3/4 Riesl. 1/4 Sylv.	„	„	22. „	„	102,0	7,8
3	Kreuznach	Belz	Porphyr	Österreicher	—	—	21. „	3/4 Edelf.	84,2	10,1
4	„	Kahlenberg	Verwitt. Bundsandstein	Riesling	Sauerwurm	Ausbeeren	15. „	2/3 Sauerf.	96,4	9,2
5	„	Kapellenpfad	Sandiger Lehm	Sylv. u. Gutedel	„	„	12. „	1/3 Sauerf. 1/3 Edelf.	83,4	9,1
6	„	Kauzenberg	Lehm	1/6 Kleinberger 5/6 Riesling	—	—	18. „	2/3 „	92,4	8,05
7	„	„	Porphyr	„	—	—	15. „	2/3 „	95,3	7,95
8	„	Krötenpfuhl	Lehmiger Kies	Gemischt. Satz	—	Geschwefelt u. gespritzt	6. „	Anscheinend edelfaul	84,2	7,5
9	„	„	„	1/2 Riesl. 1/2 Tokayer	—	„	6. „	„	82,8	8,5
10	„	„	„	„	—	„	6. „	„	90,0	8,5
11	„	Rosengarten	Sandiger Lehm	Gemischt. Satz	Sauerwurm	Ausbeeren	13. „	2/3 Edelf.	95,2	9;1
12	„	Rotes Kreuz	„	„	„	Bergers Mittel	11. „	2/3 „	89,4	9,2
13	„	Schloßberg	Kies	Österreicher	—	—	14. „	3/4 „	87,6	7,52
14	Monzingen	Dunzendich u. Asterloch	Fester Boden	Rulânder u. Franken	Keine	—	12. „	Starke „	78,2	7,5
15	„	Fels u. Lay	Felsig. Lehmb.	Riesling	„	—	15.—18. „	„ „	87,4	7,7
16	„	Geisert, Lay u. Fels	Kiesig. „	Franken	„	—	7.—8. „	„ „	87,3	6,6
17	„	Hahlenberg	Verwitt. Fels	Gemischt. Satz	—	Geschwefelt u. gespritzt	6. „	„ „	83,1	5,7
18	„	Rosbaum	„	Riesling	—	„	15. „	Mäßige „	81,6	7,6
19	Münster b. Bingen	Dautenpflänzer	Grundboden mit Schiefer	„	Heu- u. Sauerwurm	„	10. „	Starke „	88,0	8,15
20	„	Pittersberg	Schiefer u. Ton	„	„	„	17. „	„ „	106,3	9,1
				5. Lahntal.						
1	Langenscheid	Pfaffenberg	Schieferboden	Riesling u. Österreicher	Sauerwurm u. schw. Brenner	—	10. u. 11. Okt.	Ziemlich Edelfäule	65,5	10,5
2	„	„	„	„	Wenig Ascherig	Geschwefelt u. gespritzt	„	„	61,2	11,3
				6. Mosel-Gebiet.						
1	Bernkastel	Haargarten	Schiefer	Riesling u. Sylvaner	Rußtau	—	7. Okt.	1/4 Edelf.	78,1	9,2
2	„	Leiterbäumchen	„	Riesling	Sauerwurm	Ausbeeren	19. „	1/5 „	76,4	9,7
3	„	Ofen	„	„	—	—	8. „	1/5 „	76,7	10,4
4	„	Puhl	„	„	Sauerwurm	Mottenfang	17. „	1/3 „	76,8	9,4
5	„	Rosenberg u. Eich	„	Riesling u. Sylvaner	„	Ausbeeren	20. „	1/2 „	75,6	9,6
6	Cues	Hohe Lage	Schwerer Schieferboden	Riesling	—	—	14. „	Etw. „	69,8	9,2
7	„	„ „	„	„	—	—	15. „	„ „	67,2	9,5
8	Dhron	Candel	Grund mit Schiefer	Riesling mit 10% Kleinberger	Sauerwurm	Mottenfang	6. „	Edel- u. Sauerfäule	75,0	11,7
9	„	Hofberg	Leicht. Schief.	Riesling	—	Geschwefelt u. gespritzt	3.—6. „	1/2 faul	79,8	7,7
10	Dusemond	Bentschert	Schiefer	Weißer Riesl.	—	—	19. „	Stark edelf.	90,7	9,1

Lfde. Nr.	Gemarkung	Lage	Bodenart	Traubensorte	Beobachtete Krankheiten u. Schädlinge	Mittel, die dagegen angewendet wurden	Zeit der Lese 1904	Art u. Grad der etwa vorhandenen Fäule	Mostgew. b. 15° C. (Grade Oechs)	Säure ‰
11	Eitelsbach	Ruwer	Schiefer	Vorwiegend Riesling, Sylvaner u Kleinberger	—	—	Anf. Okt.	—	67,2	10,3
12	Ellenz-Poltersdorf	Geringe Lage	Schw. Boden	Riesling	Oïdium	Geschwefelt und gespritzt	10. „	1/3 Edelfäule	65,2	11,8
13	Enkirch	Herrenwingert	Schiefer	„	Sauerwurm u. Springwurm	Ablesen der Raupen	10. „	„	76,2	9,4
14	Fell	Südwestl. Lage	Mittelschwerer Schieferboden	2/3 Riesling, 1/3 Kleinberger	—	Geschwefelt und gespritzt	8. „	Wenig Sauerfäule	69,4	8,8
15	Graach	Brones u. Sand	Schiefer u. Humus	Riesling	Sauerwurm	Ausbeeren	27. „	1/3 Edelfäule	81,4	8,7
16	„	Fergert	Schiefer	„	—	—	8. „	1/5 „	80,0	10,0
17	„	Gerzgrub	„	„	—	—	22. „	1/3 „	80,8	9,0
18	„	Göhr	Schiefer u. Ton	„	Keine	—	3. „	1/4 „	73,6	10,3
19	„	„	„	„	—	—	4. „	1/6 „	75,2	9,8
20	„	„	„	„	—	—	4. „	1/6 „	78,3	10,0
21	„	Himmelreich	Schiefer	„	—	—	7. „	1/4 „	71,6	9,8
22	„	Hemsberg	„	„	Keine	—	18. „	„	79,8	9,5
23	„	Humberg	„	„	—	—	16. „	1/4 „	78,8	8,45
24	„	Humberg und Absberg	„	„	Sauerwurm	Mottenfang und Ausbeeren	15. „	1/3 „	75,0	9,1
25	„	Humberg	„	„	—	—	12. „	1/5 „	88,9	9,8
26	„	Humberg, Schaak und Geisfuß	„	„	Sauerwurm	Ausbeeren	26. „	Faul	71,0	9,2
27	„	Ludesweg u. Göhr	Schiefer u. Ton	„	„	Mottenfang	5. „	1/6 Edelfäule	72,1	10,0
28	„	Merg	„	„	—	—	3. „	1/5 „	75,6	10,1
29	„	Münzlai	Schiefer u. Humus	„	—	—	25. „	1/3 „	79,5	8,8
30	„	Nikolauslai	Schiefer u. Ton	„	—	—	22. „	1/3 „	74,0	9,1
31	„	Ried	„	„	Sauerwurm	Ausbeeren	18. „	1/3 „	73,6	8,6
32	„	Sederbann und Humberg	Schiefer	„	„	„	10. „	1/6 „	73,2	8,8
33	„	Tirlai	„	„	—	—	17. „	1/3 „	79,0	10,0
34	Kenn	—	„	„	Keine	Keine	Anf. „	Stark faul	65,7	9,8
35	Kürenz	Im Pichter	„	Riesl., 1/4 Österr.	Stark Sauerw.	Geschwefelt und gespritzt	3. „	Edel- und Sauerfäule	69,0	10,9
36	„	„	„	„ 1/3 „	Etwas „	„	6. „	„	72,4	10,5
37	„	„	„	Riesling	—	„	15. „	„	77,8	10,3
38	„	„	„	Kleinberger	Etwas Sauerw.	„	17. „	„	77,4	8,6
39	Langsur	Schieferei	Kalkboden	„	—	—	3.—15. „	—	76,0	5,6
40	„	Herrenberg	„	„	—	—	3.—15. „	—	70,8	7,1
41	„	„	„	„	—	—	3.—15. „	—	66,5	5,6
42	„	Bergachter	Sand	„	Sauerwurm	—	3.—15. „	—	72,1	8,9
43	Leiwen	Ochslei	Leichter Schiefer	Riesling	—	Geschwefelt und gespritzt	3.—16. „	1/3 faul	82,1	9,9
44	Lieser	Heideberg (junge Anlage)	Blauschiefer	„	—	1 mal gespritzt, 2 mal geschwefelt	13. „	Edelfäule eingetreten	69,3	8,85
45	Lörsch	Schillkopf	Leichter Schiefer	Grauer Riesling	—	3 mal gespritzt, 4 mal geschwefelt	8. „	2/5 Sauerfäule, 1/5 Edelfäule	80,4	8,1
46	Longuich	Südwestl. Vogelsberg	„	Riesling	—	Geschwefelt und gespritzt	5. „	„	76,6	10,4
47	„	Kirschberg	Leichter Schiefer mit Sand u. Kies	2/3 Kleinberger, 1/3 Sylvaner	—	2 mal gespritzt, 3 mal geschwefelt	11. „	1/5 Sauerfäule, 1/12 Edelfäule	78,3	9,5
48	Maring-Noviand	Maringer Berg	Blauschiefer	Riesling	—	1 mal gespritzt, 2 mal geschwefelt	7.—10. „	—	66,9	10,6
49	„	„	„	„	—	„	7. „	—	67,3	8,65
50	„	Düverhin, Buver.	„	„	—	„	8. „	Edelfäule eingetreten	73,9	9,55
51	„	Maringer Berg	„	„	—	„	8. „	„	63,6	9,3
52	„	Düverhin, Buver.	„	„	—	„	9. „	„	73,3	9,0
53	„	„ Ehrlich	„	„	—	„	10. „	„	66,6	8,6
54	„	Ehrlich	„	„	—	„	14. „	„	72,6	8,85

Lfde. Nr.	Gemarkung	Lage	Bodenart	Traubensorte	Beobachtete Krankheiten u. Schädlinge	Mittel, die dagegen angewendet wurden	Zeit der Lese 1904	Art u. Grad der etwa vorhandenen Fäule	Mostgew. b. 15° C. (Grade Oechs.)	Säure ‰
55	Mesenich	Deisberg	Schwerer Schieferboden	Riesling	Etwas Sauerwurm	—	15. Okt.	1/5 faul	85,1	10,3
56	„	Brühl	Kalkboden	Kleinberger	—	—	11. „	—	64,2	7,3
57	Neumagen	Engelgrube	Schiefer	Riesling	Keine	—	7. „	Etw. Edelfäule	81,6	10,5
58	„	Hambuch	Grund m. Schiefer	„	„	—	12. „	„	85,0	8,7
59	„	Held	„	Riesling u. 10% Kleinberger	Etwas Sauerwurm	Mottenfang	4.—6. „	Edel- und Sauerfäule	72,2	10,0
60	„	Held u. Kandel	„	Riesling	„	„	3. „	„	69,9	9,5
61	„	Leienberg	Schiefer	„	Wen. Sauerw.	„	5. „	Etw. Edelfäule	76,9	8,6
62	„	Rosengärtchen	Leichter Schiefer	„	—	Geschwefelt und gespritzt	3.—16. „	3/4 „	83,1	8,3
63	„	Wispelt u. Ehlen	Schiefer	„	Keine	—	10. „	Etw. „	74,0	10,4
64	Olewig b. Trier	—	„	Sylvaner	Pilz	—	Anf. „	Starke Sauerf.	78,6	11,0
65	„	—	„	Vorwiegend Riesling, Sylvaner u. Kleinberger	—	—	„ „	—	67,6	10,0
66	„	—	„	„	—	—	„ „	—	68,2	10,0
67	„	Südlich	„	Riesling	Etwas Sauerw.	Keine	17. „	1/3 Edelfäule	82,4	9,7
68	„	Geisberg	„	„	Keine	—	18. „	Gesund	69,7	9,0
69	„	Tiergarten	„	Riesling und Kleinberger	—	Geschwefelt und gespritzt	12. „	Beginn der Edelfäule	74,5	8,95
70	Pfalzel	Augenschein	Rot. Lehm, Sand, Ton und Kies	Riesling	—	„	6. „	Beginn d. Edel- u. Sauerfäule	79,5	9,9
71	Reil	Mulaihof	Blauer Schiefer	„	Etwas Sauerw.	„	5. „	1/2 Edelfäule	81,6	11,5
72	„	Burgerbach. Kehr	„	„	Keine	„	4. „	2/3 „	78,8	10,3
73	„	Hint. Reilkirche	„	„	„	„	10. „	1/2 „	76,9	11,1
74	„	Auf der Burg	Ton mit Schiefer	„	Sauerwurm	„	17. „	2/3 „	83,0	12,8
75	Schweich	Südöstlich	Mittelschwerer Schieferboden	„	Keine	3 mal geschwefelt, 2 mal gespritzt	12. „	1/4 Sauer-, 1/5 Edelfäule	82,7	9,1
76	Senheim	Am Zinnenstaket	Leicht. Schieferb.	„	—	—	17. „	1/7 faul	71,1	9,1
77	Trier	Neuberg	Schiefer	„	—	Geschwefelt und gespritzt	11. „	Stark beg. Edelfäule	77,5	8,8
78	„	Irminen	Roter Lehm und Sandstein	Kleinberger, Elbling u. Sylvaner	—	„	15. „	„ u. Sauerfäule	75,5	8,15
79	Trittenheim	Perig	Leichter Schiefer	1/2 Kleinberger, 1/2 Riesling	—	„	3.—16. „	1/2 faul	81,3	9,0
80	„	Laurentiusberg	„	Riesling	—	„	3.—16. „	„	75,4	10,7
81	„	Buchkerig	„	„	—	„	3.—16. „	Gesund	76,6	9,7
82	„	Geteil	„	„	—	„	3.—16. „	„	85,0	9,7
83	„	Mockenlei	„	„	—	„	3.—16. „	1/2 faul	78,9	9,2
84	„	Scheikelerweg	„	„	—	„	3.—16. „	Meist faul	71,4	10,4
85	„	Teilen	„	„	—	„	3.—16. „	Gesund	81,7	10,1
86	Wehlen	Unterich	Schiefer	„	Keine	—	18. „	Edelfäule	82,4	9,6
87	„	Enkel	„	„	„	Keine	18. „	„	85,3	8,8
88	„	Eteislei	„	„	„	—	18. „	„	99,5	8,6
89	„	Südwestlich	Schwerer Boden mit Tonschiefer	Riesling und Sylvaner	—	Geschwefelt und gespritzt	5.—6. „	Edel- und Sauerfäule	76,8	9,7
90	Wellen	Giffel	Kalkboden	Kleinberger	—	—	12. „	—	69,9	9,8
91	Wintrich	Vorm Berg	Schiefer	Weißer Riesling	—	—	19. „	Edelfäule	82,6	10,0
92	Wittlich	Drescher	„	3/4 Riesl., 1/4 Elbl.	Heu- und Sauerwurm	2 mal gespritzt, 1 mal geschwefelt	1.—19. „	„	76,0	10,0
93	„	Portnersberg	„	2/3 „ 1/3 „	„	„	1.—19. „	„	75,6	10,6
94	„	Kunk	„	Riesl., Elbl., Sylv.	„	„	1.—19. „	„	73,9	10,6
95	Zeltlingen	—	„	Riesling	„	—	Anf. „	—	81,1	6,8
96	„	Südwestlich	Schw. Boden, tieflieg. Tonschiefer	„	„	Geschwefelt und gespritzt	7.—8. „	Edel- und Sauerfäule	74,1	9,8
97	„	„	Reiner Tonschief.	„	„	„	15.-16. „	Edelfäule	86,8	9,4
98	„	„	Schwerer Boden	„	„	„	17.-18. „	„	74,5	9,5

Lfde. Nr.	Gemarkung	Lage	Bodenart	Traubensorte	Beobachtete Krankheiten u. Schädlinge	Mittel, die dagegen angewendet wurden	Zeit der Lese 1904	Art u. Grad der etwa vorhandenen Fäule	Mostgew. b. 15° C. (Grade Oechs.)	Säure ‰
				7. Saar-Gebiet.						
1	Canzem a. S.	Großer Berg	Schiefer	Riesling	—	Geschwefelt u. gespritzt	16. Okt.	Wenig Edelfäule	86,7	9,75
2	„	Im Altenberg	„	„	—	„	13. „	Beginn der Edelfäule	86,4	9,1
3	„	Im Großenberg u. Schur unt. durch	„	„	—	„	13. „	„	88,5	9,1
4	Niederleuken	Jungerwald Neuanlage	Leicht. Schief.	„	Keine	3 mal geschw. u. gespritzt	3. „	Gesund	76,4	8,1
5	Ockfen	Herrenberg	„	„	Sauerwurm u. Traubenwickl.	Mottenf. u. Ables. d. Sauerw.	Am 30. Sept. begonnen	Normale Fäule	78,3	9,1
6	„	Geisberg	Schw. Tonsch.	„	„	„	„	„	80,0	9,4
7	Schoden	Teils	Leichter Schiefer und Kies	„	„	„	„	„	83,5	9,6
8	Saarburg	Klingelborn	Kräftig. Schief.	„	Keine	3 mal geschw. u. gespritzt	7. Okt.	Gesund	84,3	7,3
9	Wiltingen	Scharzberg	Schw. lehmartig. Boden u. Grausch.	„	Sauerwurm u. Traubenwickl.	Mottenf. u. Ables. d. Sauerw.	Am 30. Sept. begonnen	Normale Fäule	81,0	12,2
10	„	Wiltinger Kupp in der Spitz u. gr. Winkel	Schiefer	Riesling u. Kleinberger	—	Geschwefelt u. gespritzt	17. Okt.	Edel- u. Sauerfäule	84,5	11,0
11	„	Grethenbach	„	„	—	„	20. „	„	93,0	11,5
				8. Sonstige Weinbau-Gebiete.						
	Oberhessen									
1	Erbstadt	Schloß Naumburg	Roter schiefriger Tonboden	Riesling	Keine	Gespritzt	17. und 18. Oktober	Beginn der Edelfäule	76,3	9,4
	Schlesien									
2	Crossen a. d. Oder	Steil. Südhang	Sand. Lehmb.	Sylv. u. blauer Spätburgunder	—	—	19. bis 22. Oktober	—	78,7	6,35
3	Grünberg	Bürgerruhe	Grob. Kiesbod.	Sylvaner	Rot. Brenner	Gespritzt	15. „	—	79,1	7,3
4	„	Lausitz. Straße	Feiner Sandb.	„	—	—	14. „	—	79,1	7,0

Tabelle II.

B. Rotweinmoste.

Lfde. Nr.	Gemarkung	Lage	Bodenart	Traubensorte	Beobachtete Krankheiten u. Schädlinge	Mittel, die dagegen angewendet wurden	Zeit der Lese 1904	Art u. Grad der etwa vorhandenen Fäule	Mostgew. b. 15° C. (Grade Oechs.)	Säure ‰
				1. Rheingau.						
1	Aßmannshausen	Frankental	Schieferartig	Klebrot	—	Geschwef.	4. Okt.	—	77,4	6,5
2	Geisenheim	Fuchsberg	Lehmboden	Frühburgunder [1])	—	Geschwefelt u. gespritzt	10. Sept.	Faul	114,3	9,6
3	„	„	„	„ [3])	—	„	10. „	Gesund	91,0	7,4
4	„	„	„	„ [2])	—	„	10. „	Faul	103,1	8,5
5	„	„	„	„ [1])	—	„	10. „	Gesund	90,6	6,9
6	„	„	„	Portugieser [3])	—	„	1. Okt.	„	73,6	6,2
7	„	„	„	„ [3])	—	„	1. „	Faul	97,6	8,7
8	„	„	„	Spätburgunder [2])	—	„	1. „	Gesund	89,0	9,1
9	„	„	„	„ [1])	—	„	1. „	„	86,2	9,2
				2. Rechtsrheinisch (unterhalb des Rheingaues).						
1	Dattenberg b. Linz	Proßen	Schiefer	Frühburgunder	—	Geschwef.	11. Okt.	Keine	73,6	8,1
2	„	Giersberg	Leicht. Lehmb.	„	—	„	15. „	„	72,8	7,4
3	„	Affental	Kiesboden	„	—	—	15. „	„	70,5	8,0
4	„	Burgberg	Schiefer	Klebrot	—	—	6. „	Sauerfäule	83,5	6,8

[1]) Ahrerziehung. [2]) Rheingauer-Erziehung. [3]) Bockschnitt.

Lfde. Nr.	Gemarkung	Lage	Bodenart	Traubensorte	Beobachtete Krankheiten u. Schädlinge	Mittel, die dagegen angewendet wurden	Zeit der Lese 1904	Art u. Grad der etwa vorhandenen Fäule	Mostgew. b. 15° C. (Grade Oechs.)	Säure ‰
5	Unkel	Ober. Persch	Schieferboden	Frühburgunder	Sauerwurm	—	15. Sept.	Etw. Fäulnis	93,4	6,43
6	„	Rottberg	„	Spätburgunder	—	—	4. Okt.	Etwas Edelfäule	89,8	5,95
7	Gielsdorf b. Bonn	Steinling	Mittelschwerer Boden	„	Keine	Geschwefelt u. gespritzt	4. u. 5. „	—	78,6	10,7
8	Osterspai	Hirtenstück	Lehmboden	Frühburgunder	Heuwurm	—	12. Sept.	—	71,9	7,5
				3. Ahr-Gebiet.						
1	Ahrweiler	Steinkaul	Tonschiefer	Blauer Spätburgunder	Heuwurm, Peronospora u. Oïdium	Mottenfang, geschwefelt u. gespritzt	8.—10. O.	1/4 Rohfäule	75,3	9,0
2	„	Rosental	„	„	„	„	12.—15. „	1/4 „	64,8	5,9
3	„	Turmberg	„	„	„	„	15.—18. „	1/6 „	86,3	7,1
4	Altenahr	Im Durst	Mittelleichter Boden	Spätburgunder	—	—	15. Okt.	—	79,1	6,65
5	Walporzheim	Langenwingert	Tonschiefer	Blauer Spätburgunder	Heuwurm, Peronospora u. Oïdium	Mottenfang, geschwefelt u. gespritzt	19. „	Rohfäule u. Edelfäule	84,8	7,5
				4. Ostdeutsches Weinbau-Gebiet.						
1	Grünberg i. Schles.	Bürgerruhe	Grob. Kiesb.	Burgunder	Rot. Brenner	Gespritzt	15. Okt.	—	83,1	8,1
2	„	Lausitz. Straße	Fein. Sandb.	„	—	—	13. „	—	86,2	7,0

Tabelle III.

Moste aus Reben, die auf amerikanischer Unterlage veredelt worden sind.

(Aus der Rebenveredelungsstation auf der Leideck, Gemarkung Eibingen.)

Lfde. Nr.	Traubensorte	Zeit der Lese	Mostgewicht bei 15° C. (Grad Oechsle)	Säure ‰
1	Riesling auf Amarencis	22. Oktober	89,3	13,65
2	„ und Gutedel auf Riparia	24. „	89,5	13,7
3	„ auf Riparia	22. „	90,7	13,5
4	„ „ „	24. „	83,2	12,2
5	„ „ „	24. „	74,0	13,3
6	„ „ „ und Portalis	24. „	87,0	13,2
7	„ „ „ „ Rupestris	24. „	89,0	13,4
8	„ „ Rupestris	24. „	90,2	11,4
9	„ „ „ und Metallica . . .	24. „	86,0	12,5
10	„ „ Solonis	22. „	85,0	13,8
11	„ „ „ (Sämling)	24. „	87,0	14,5
12	„ „ York-Madeira	24. „	87,2	11,05
13	„ (gemischte Veredlung)	17. „	83,4	12,0
14	Sylvaner auf Riparia	19. „	74,1	11,3
15	„ „ Riparia und Rupestris	19. „	86,5	11,5
16	„ „ Rupestris	20. „	92,3	9,45
17	„ „ Solonis	21. „	80,1	11,7
18	Riesling auf Bastard	22. „	82,7	11,1
19	Spätburgunder auf Riparia	3. „	87,0	10,2
20	„ „ Solonis	3. „	87,3	10,0

2. Bayern.

A. Unterfranken und Aschaffenburg.

Bericht der landwirtschaftlichen Kreisversuchsstation Würzburg.
Direktor **Dr. Th. Omeis.**

Der Jahrgang 1904 war sowohl hinsichtlich der Qualität als auch der Quantität ein würdiger Nachfolger des Jahrganges 1903.

Alle Vorbedingungen für ein gutes Jahr waren aber auch gegeben: das Holz war gut ausgereift, der Winter nicht zu strenge, die kritische Zeit der Frühjahrsfröste ging vorüber, ohne nennenswerten Schaden angerichtet zu haben, und auch die Blüte verlief im allgemeinen gut. Ein prächtiger Sommer setzte ein und verhieß eine herrliche Ernte. Die Hoffnungen wurden jedoch im Laufe des Sommers stark gedämpft durch die große Trockenheit, welche das normale Wachstum der Rebe naturgemäß ungünstig beeinflussen mußte; als sodann später das trockene Wetter einer Periode trüber, sonnenscheinarmer Witterung Platz machte, fürchtete man nun die schlimmen Folgen dieser, sodaß also abermals neue Sorge den Weinbergbesitzer erfaßte; glücklicherweise wendete sich schließlich alles noch zum Guten, sodaß in den besseren Weinlagen ein vollständiges Ausreifen der Trauben stattfinden konnte. Infolge der frühen Reife konnte im allgemeinen frühzeitig gelesen werden; in den hervorragenden Lagen, wie Leisten, Stein, in Hörstein usw. wurde jedoch erst Anfang November gelesen, um ein möglichst hochwertiges Produkt zu erzielen. In manchen Gemarkungen hätte man wohl nicht so früh gelesen, wenn nicht plötzlich eingetretene Nachtfröste — an einigen Orten in der Nacht vom 10. auf den 11. Oktober, an anderen Orten einige Tage später — das Reblaub zum Absterben gebracht hätten.

Rebkrankheiten sind nicht in nennenswerter Weise aufgetreten; wenigstens sind keine diesbezüglichen Klagen laut geworden. Die Blattfallkrankheit (Peronospora viticola) trat in geringem Grade nur in feuchten Tallagen auf und brachte dort — soferne die Krankheit daselbst nicht oder doch nicht in der richtigen Weise bekämpft wurde — die Blätter zu verhältnismäßig frühem Abfalle; die Berglagen hatten unter der Blattfallkrankheit — vereinzelte Fälle ausgenommen — nicht zu leiden. Auch in diesem Jahre war die Bekämpfung der Peronospora in Unterfranken wieder oberpolizeilich angeordnet worden. Das Auftreten des Meltaues (Oïdium Tuckeri) scheint der Hauptsache nach auf die Wand-Spalierreben beschränkt gewesen zu sein, bei denen diese Krankheit infolge der feuchtwarmen, stagnierenden Luft in der Regel bessere Existenz-Bedingungen findet, wie in den luftigen, offenen Weinbergen.

Im Juni zeigte sich zwar an manchen Stellen, insbesondere an Wand-Spalierreben, der Heuwurm (Tortrix ambiguella), die zweite Generation dieses Schädlings, der Sauerwurm, blieb jedoch aus, und ist es nicht unwahrscheinlich, daß natürliche Feinde des Heuwurms, wie z. B. Schlupfwespen (Ichneumoniden) oder andere Insekten den Weinbergbesitzer vor diesem Schädling schützten, indem sie letzteren ausgiebig dezimierten.

In vielen Weinbergslagen trat Edelfäule auf, welche namentlich bei den Traubensorten mit dicker Schale, wie z. B. bei dem Riesling, so sehr geschätzt wird.

An manchen Orten hat der Hagel (11. August) beträchtlichen Schaden verursacht, sodaß daselbst die Quantität der Ernte eine wesentliche Einbuße erlitt.

Die Landwirtschaftliche Kreisversuchsstation ermittelt seit Juli 1903 alljährlich für weitere wissenschaftliche Zwecke mit Hilfe des Sonnenschein-Autographen, welcher im Versuchsweinberge der Anstalt (Hint. Hohbug), nordwestliche Lage, aufgestellt ist, die Anzahl Stunden und Minuten, während welchen die Sonne auf die Beobachtungsstelle scheint, und seien im nachstehenden die diesbezüglichen Ergebnisse im Zusammenhange mit der erzielten Qualität der Ernte mitgeteilt. Die Sonnenscheindauer betrug im Jahre 1904:

Vom 17. bis Ende April . .	75 Stdn.	15 Min.
Im Monat Mai	204 „	20 „
„ „ Juni	239 „	50 „
„ „ Juli	281 „	12 „
„ „ August	224 „	40 „
(Im Jahre 1903	206 „	10 „)
Im Monat September . . .	122 „	35 „
(Im Jahre 1903	165 „	7 „)
Vom 1. bis 19. Oktober . . (Tag der Lese).	44 „	40 „

Die am Beobachtungsorte gezogene Sylvanerrebe erreichte bei Kopferziehung und Halbbogenschnitt auf schwerem Kalkboden:

86° Oechsle bei 0,84 % Säure.

(Im Jahre 1903 gleichfalls: 86° Oechsle bei 0,9 % Säure.)

Die Ergebnisse der Untersuchungen naturreiner fränkischer Moste der verschiedensten Typen sind in beigegebener Tabelle zusammengestellt; die Zahlen bezüglich Oechsle-Grade und Säure-Gehalt bewegen sich in nachfolgenden Grenzen:

Grade Oechsle: Von 66° bis 109°,

Säure: Von 0,71% bis 1,35%.

Die Moste mittlerer Weinbergslagen zeigten durchschnittlich 80—90° Oechsle bei 0,9 bis 1,0 % Säure, geringere Lagen und Sorten zeigten meist 70—80° Oechsle bei gleichfalls 0,9 bis 1,0% Säure. Einen für das Jahr 1904 sehr hohen Säuregrad (1,3 %) zeigte die sog. Bukettraube.

Welch Unterschied im Zucker- (bezw. in den Oechsle-Graden) und im Säuregehalte der einzelnen Trauben-Sorten bei gleicher Lage und gleichem Schnitte bestand, ist aus den Nrn. 9—16 und 19—24, sowie 34/35, 36/37, 38/39 und 40/41 der beigegebenen Tabelle ersichtlich; die Sylvaner-Moste zeigten auch in diesem Jahre wieder durchwegs höhere (bis 14°) Oechsle-Grade wie die Elbling-Moste.

Der 1904er wird ein kräftiger Wein mit angenehmer Säure werden, und wird dieser Jahrgang auch nicht arm an „Auslesen", an sogenannten „Spitzen" sein.

Was die Menge der erzielten Ernte anbelangt, so kann dieselbe wohl auf ½—¾ Herbst geschätzt werden.

Moste des Jahres 1904.

Laufende Nr.	Gemarkung und Lage	Bodenart und Düngung	Traubensorte	Beobachtete Krankheiten und Schädlinge. Mittel, die dagegen angewendet wurden	Zeit der Lese und Beschaffenheit der Trauben (Art der Fäule)	Klimatische Verhältnisse, die etwa auf die Trauben eingewirkt haben	Art des Mostes (Rot-, Weiß-, Schillerwein)	Direkt gef. spezifisches Gewicht des filtrierten Mostes bei 15° C.	In 100 ccm sind enthalten g: Alkohol	In 100 ccm sind enthalten g: Freie Säuren	In 100 ccm sind enthalten g: Mineral-bestandteile	Ursprüngliche Grade Oechsle
1	Würzburg, Innerer Leisten	Schwerer Kalkbod., alle 3 Jahre Stalldünger	Riesling	Keine. Mit Kupferbrühe 2 mal gespritzt	4. u. 5. Nov. Edelfäule	Trockener Sommer	weiß	1,1004	0,32	0,917	—	103,6
2	„	„	Gemischt (Sylv., Elbling, Muskat., Gutedel)	„	3. Nov. Edelfäule		„	1,1026	0,26	0,858	—	105,2
3	Würzburg, Stein	„	Riesling	„	27.—31. Okt. Edelfäule		„	1,0964	0,32	0,873	—	99,6
4	„	„	Gemischt (vorwiegend Sylvaner)	„	22.—28. Okt. Edelfäule		„	1,0986	0,37	0,784	—	102,3
5	„	Schwerer Kalkboden, Stalldünger 1904	Riesling, Traminer	„	2. Nov. Edelfäule		„	1,1026	0,37	0,858	—	106,3
6	Würzburg, Schloßberg	Schwerer Kalkbod., alle 3 Jahre Stalldünger	Gemischt	„	7. Nov. Edelfäule		„	1,0948	0,37	1,021	—	98,5
7	Würzburg, Harfe	Schwerer Kalkboden, Stalldünger 1902	Sylvaner, Traminer	„	31. Okt. Edelfäule		„	1,0977	0,42	0,703	—	101,9
8	Würzburg, Abtsleite	Schwerer Kalkboden, Stalldünger 1899	Gemischt (Elbling, Sylvaner, Traminer)	„	22. Okt. meist Edelfäule		„	1,0862	0,58	0,769	—	92,0
9	Würzburg, Neuberg	Mittelschwerer Kalkboden, 1903 schwache Gabe Stalldünger (20 Ztr. 200 Stock), außerdem auf 1/4 ha 1 Ztr. schwefels. Ammoniak	Frühburgunder	„	12. Sept.		rot	1,0950	0	0,713	—	95,0
10	„	Mittelschwerer Kalkboden, 1903 schwache Gabe Stalldünger, 1904 schwefelsaures Ammoniak	Burgunder	„	„		„	1,0800	0	0,978	—	80,0
11	„	„	Portugieser	„	10. Okt.		„	1,0870	0	0,90	—	87,0
12	„	Mittelschwerer Kalkboden, mit Straßenabraum überschüttet	Roter Elbling	„	15. „		weiß	1,0775	0	0,917	—	77,5
13	„	„	Grüner Elbling	„	„		„	1,0899	0	0,932	—	89,9
14	„	„	Sylvaner	„	„		„	1,0927	0	0,910	—	92,7
15	„	„	Bukettraube	„	„		„	1,0770	0	1,345	—	77,0
16	„	Mittelschwerer Kalkboden, 1903 schwache Gabe Stalldünger, 1904 schwefels. Amm.	St. Laurent	„	12. Sept. (zu bald gelesen)		rot	1,0750	0	1,287	—	75,0
17	Würzburg, Lindlesberg	Mittelschwerer Kalkboden, Stalldünger 1900	Gemischt (Elbling, Sylvaner, Traminer)	„	17. Okt. wenig Fäule		weiß	1,0838	0,32	0,999	—	87,0

Laufende Nr.	Gemarkung und Lage	Bodenart und Düngung	Traubensorte	Beobachtete Krankheiten und Schädlinge. Mittel, die dagegen angewendet wurden	Zeit der Lese und Beschaffenheit der Trauben (Art der Fäule)	Klimatische Verhältnisse, die etwa auf die Trauben eingewirkt haben	Art des Mostes (Rot-, Weiß-, Schillerwein)	Direkt gef. spezifisches Gewicht des filtrierten Mostes bei 15° C.	In 100 ccm sind enthalten g			Ursprüngliche Grade Oechsle
									Alkohol	Freie Säuren	Mineral-bestandteile	
18	Randersacker, Pfülben	Schwerer Kalkboden, Stalldünger 1902	Gemischt (Elbling, Sylvaner, Traminer)	Keine. Mit Kupferbrühe 2 mal gespritzt	17. Okt. Edelfäule	Trockener Sommer	weiß	1,0815	0,37	0,710	—	85,2
19	Randersacker, Hint. Hohbug	Schwerer Kalkboden, Nov. 1900 Stalldünger	Sylvaner (in der Mitte des Berges)	Keine Mit Kupfersodabrühe 2 mal gespritzt	19. Okt. z. Teil Edelfäule		„	1,0865	0	0,843	—	86,5
20	„	Schwerer Kalkboden, 1899 Stalldünger	Sylvaner (am Fuße des Berges)	„	„		„	1,0800	0	0,950	—	80,0
21	„	„	Elbling	„	„		„	1,0770	0	0,991	—	77,0
22	„	„	Traminer in der Mitte des Berges)	„	„		„	1,0820	0	0,983	—	82,0
23	„	„	Traminer (am Fuße des Berges)	„	„		„	1,0740	0	0,828	—	74,0
24	„	„	Trollinger	„	19. Okt.		rot	1,0680	0	1,332	—	68,0
25	Randersacker, Marsberg	Schwerer Kalkboden (mit Stalldünger gedüngt)	Sylvaner (auf der Höhe des Berges)	„	6. Okt.		weiß	1,0750	0	0,858	—	75,0
26	„	„	Elbling (auf der Höhe d. Berges)	„	„		„	1,0720	0	0,958	—	72,0
27	Zell, Oberzellerberg	Schwerer Kalkboden, 1902 Stalldünger	Gemischt (Sylv., Elbling, Gutedel usw.)	„	17. Okt. Edelfäule		„	1,0810	0,37	0,939	—	84,7
28	Rödelsee, Schwanenleite	Schwerer Kalkboden, gipshaltig, Stalldünger 1903	Gemischt (vorwiegend Sylvaner)	Keine. Mit Kupferbrühe 2 mal gespritzt	25. Okt. Edelfäule		„	1,0863	1,44	0,873	—	100,7
29	Iphofen, Kronsberg	„	„	„	20. Okt. Edelfäule		„	1,0787	1,01	0,902	—	88,8
30	Homburg, Kallmuth	Kalkboden, vor 2 Jahren Stalldünger	Sylvaner	„	13. Okt. z. Teil Edelfäule		„	1,0907	0,53	0,769	—	96,0
31	„	„	Gemischt (Sylv., Elbling, Gutedel)	„	11. Okt. ziemlich angefault		„	1,0754	0,53	0,932	—	80,8
32	Kreuzwertheim	Bundsandstein, Stalldünger vor 3 Jahren	Sylvaner, Elbling	„	„		„	1,0782	0,47	0,954	—	82,9
33	Hörstein, Abtsberg	Gneis, Stalldünger vor 2 Jahren	Riesling	„	Anf. Nov. Edel- u. Sauerfäul.		„	1,0875	0,64	0,843	—	93,9
34	Retzstadt (südl. Lage) Wurmberg	Kalkboden, 1899 Stalldünger	Sylvaner	„	13. Okt.		„	1,0820	0,37	0,784	—	85,7
35	„	„	Elbling	„	„		„	1,0721	0,42	0,843	—	76,3
36	Retzstadt, Beeten	Steiniger, schwerer Kalkboden, 1903 Stalldünger	Sylvaner	„	„		„	1,0873	0	0,980	0,232	87,3
37	„	Steiniger Kalkboden, 1903 Stalldünger	Elbling	Keine. Mit Kupferbrühe 1 mal gespritzt	„		„	1,0730	0,53	0,958	0,240	78,3

Laufende Nr.	Gemarkung und Lage	Bodenart und Düngung	Traubensorte	Beobachtete Krankheiten und Schädlinge. Mittel, die dagegen angewendet wurden	Zeit der Lese und Beschaffenheit der Trauben (Art der Fäule)	Klimatische Verhältnisse, die etwa auf die Trauben eingewirkt haben	Art des Mostes (Rot-, Weiß-, Schillerwein)	Direkt gef. spezifisches Gewicht des filtrierten Mostes bei 15° C.	In 100 ccm sind enthalten g			Ursprüngliche Grade Oechsle
									Alkohol	Freie Säuren	Mineral-bestandteile	
38	Himmelstadt, Horch	Mittelschwerer Kalkboden, 1901 Stalldünger, 1904 2 Ztr. Thom. u. 1 Ztr. Kainit (auf ¼ ha)	Sylvaner	Keine. Mit Kupferbrühe 1 mal gespritzt	12. Okt.	Trockener Sommer	weiß	1,0800	0	0,902	0,207	80,0
39	„	„	Elbling	„	„		„	1,0660	0	0,873	0,170	66,0
40	Himmelstadt, an der Kalter	Mittelschwerer Kalkboden, 1902 Stalldünger, 1904 Thom. u. Kainit	Sylvaner	„	„		„	1,0780	0	0,917	0,177	78,0
41	„	„	Elbling	„	„		„	1,0640	0	1,006	0,170	64,0
42	Astheim, Endesgraben	Schwerer Kalkboden, Stalldünger 1901	Gemischt (Sylvaner, Elbling, Gutedel usw.)	Keine. Mit Kupferbrühe 2 mal gespritzt	18. Okt. Edelfäule		„	1,0837	1,01	0,814	—	93,8
43	Steinbach, Weinberg	Leichter Lehmboden, teils Stalldünger, teils Peruguano	Vorwiegend Sylvaner, ferner Muskateller, Gutedel, Elbling	Einige Stöcke Sauerwurm. Die Würmer wurden abgelesen	13. Okt. zum Teil Edelfäule		„	1,0734	0,64	0,703	—	79,8
44	Castell, Kirchberg	Schwerer Kalkboden, 1903 Stalldünger	Sylvaner	Keine. Mit Kupferbrühe 2 mal gespritzt	16.—18. Okt. Edelfäule		„	1,0857	0,37	0,873	—	89,4
45	Escherndorf, Hengstberg	Schwerer Kalkboden, Stalldgr. vor 2 Jahren	Gemischt	„	19. Okt. Edelfäule		„	1,1011	0,80	0,843	—	109,1
46	Escherndorf, Schnelleinsgraben	Lehm- u. Lettenboden, Stalldgr. vor 6 Jahren	„	„	„		„	1,0857	0,42	1,080	—	89,9

B. Pfalz.

Bericht der landwirtschaftlichen Kreisversuchsstation Speyer.

Prof. Dr. **Halenke.**

Bei den Mostproben des Herbstes 1904, 190 an der Zahl, sind dem anliegenden Zahlenmaterial nur wenige Worte zur Erläuterung anzufügen[1]). Zunächst dürfen die Moste des Jahres 1904, insoweit, wie ich bereits bei den Weinen bemerkt habe, ein solcher Schluß aus den erhaltenen Zahlen überhaupt angängig erscheint, im großen und ganzen als von ziemlich guter Qualität bezw. ziemlich guten Mostgewichten, bezeichnet werden. Dieses Urteil deckt sich auch mit demjenigen der Praxis, und wenn der weitere Ausbau der Weine sich in zufriedenstellender Weise vollzieht, so

[1]) Vgl. hierzu die einleitenden Bemerkungen zur Weinstatistik 1903, S. 1—5, wo über die Beschaffung der Mostproben näheres gesagt ist.



kann durchwegs ein guter und dabei kräftiger Wein erwartet werden. Mit dem genannten Ausbau der Weine hängt das Verhalten der Säure auf das engste zusammen und hierüber werden in önochemischer Richtung die demnächst beginnenden Untersuchungen von Jungweinen näheren Aufschluß geben. Was die Moste des Jahres 1904, welche zumeist aus den mittleren und geringeren Lagen des oberen Haardtgebirges, zum Teil aber auch aus den besten Lagen des unteren Gebirges (Deidesheim, Forst, Wachenheim) stammen, in bezug auf ihren allgemeinen Charakter anbelangt, so möge hier zunächst eine übersichtliche Zusammenstellung der untersuchten Moste mit den entsprechenden Abstufungen für die Oechsle-Grade und für den Gehalt an Gesamtsäure Platz finden. Es ist hierzu zu bemerken, daß von den untersuchten 190 Mosten 5 Moste mehr oder weniger angegoren waren, wodurch sich ein kleiner Fehler, jedoch von untergeordneter Bedeutung, in die nachstehende Übersicht eingeschlichen hat. Ferner habe ich auch bei den Mosten des Jahres 1904 aus den bereits angegebenen Gründen[1]) von einer Berechnung der Durchschnittszahlen Abstand genommen. Es wurden von den untersuchten 190 Mostproben Oechsle-Grade konstatiert:

Zwischen	50	und	55°	bei	5	Proben, d. s.	2,63 %
„	55	„	60°	„	7	„ „ „	3,68 %
„	60	„	65°	„	26	„ „ „	13,70 %
„	65	„	70°	„	41	„ „ „	21,58 %
„	70	„	75°	„	36	„ „ „	18,95 %
„	75	„	80°	„	23	„ „ „	12,10 %
„	80	„	85°	„	21	„ „ „	11,05 %
„	85	„	90°	„	8	„ „ „	4,21 %
„	90	„	100°	„	12	„ „ „	6,32 %
„	100	„	120°	„	10	„ „ „	5,26 %
Über	120°	(130°)		„	1	„ „ „	0,52 %
					190	Proben	100,00 %

Zur näheren Erklärung dieser Übersicht wolle die Bemerkung dienen, daß die Mostgewichte von 90° Oechsle an ausschließlich den Mosten aus den Gemarkungen Forst, Deidesheim und Wachenheim, also aus den besten Lagen in der Pfalz, zukommen. Das Gros der 1904er Moste, nämlich 147 Proben, d. s. 77,4 % der zur Untersuchung durch die Anstalt gekommenen Moste, bewegt sich in bezug auf das Mostgewicht zwischen 60 und 85° Oechsle, ein mit Rücksicht auf die Lagen, denen die Mehrzahl der untersuchten Moste entstammt, nicht unerfreuliches Ergebnis.

Bezüglich des Gehaltes der Moste des Jahres 1904 an Gesamtsäure stellt sich das Ergebnis wie folgt.

[1]) Vgl. hierzu die einleitenden Bemerkungen zur Weinstatistik 1903, S. 1—5, wo über die Beschaffung der Mostproben näheres gesagt worden ist.



Es zeigten von den 190 untersuchten Mosten einen Gehalt an Gesamtsäure:

unter 0,6	g per 100 g Most	keine Probe			
von 0,6 bis 0,8	„ „ 100 „ „	14	Proben	=	7,40 %
„ 0,8 „ 1,0	„ „ 100 „ „	44	„	=	23,17 %
„ 1,0 „ 1,5	„ „ 100 „ „	119	„	=	62,63 %
„ 1,5 „ 1,76	„ „ 100 „ „	13	„	=	6,80 %
		190	Proben		100,00 %

Das Gros der untersuchten Moste liegt für den Säuregehalt bei 10 bis 15 ‰; hieran schließen sich 44 Moste = 23,17 % mit 8 bis 10 ‰ Säure. Man kann nach diesen Ergebnissen nicht sagen, daß der Gehalt der Moste des Jahrgangs 1904 aus den mittleren und kleineren Lagen der Pfalz ein besonders niedriger gewesen sei, anderseits aber erreicht er auch, von einigen wenigen Proben abgesehen, nirgends eine abnorme Höhe. Von größerer Bedeutung indessen, als es die Menge der Gesamtsäure in den Mosten ist, wird das zum Teil bereits abgeschlossene Verhalten der Säure während und nach der Hauptgärung bezw. das Maß und die Ausdehnung des sog. Säureabbaues im Weine sein, welches ich bereits oben hervorgehoben habe und über welches erst die Untersuchung von Jungweinen Aufschluß geben wird.

Was weiter den Gehalt der untersuchten Moste an Mineralstoffen anbelangt, deren Bestimmung bei 84 Proben = ca. 44 % vorgenommen wurde, so ist das Ergebnis der einschlägigen Untersuchung ein derartiges, daß die bei den letzten Verhandlungen der weinstatistischen Kommission in Geisenheim geäußerte Befürchtung, es möchten die abnormen Witterungsverhältnisse des Sommers 1904 einen höchst nachteiligen Einfluß auf die Aufnahmefähigkeit der Rebe für Mineralstoffe und damit auf den Gehalt der 1904er Moste und Weine an diesen Stoffen geübt haben, wenigstens soweit die Pfälzer Moste in Betracht kommen, völlig unbegründet erscheint. Nach den bei der Untersuchung von 84 Pfälzer Mosten erhaltenen Zahlen, die zum Teil sehr hohe sind, ist es vollkommen ausgeschlossen, daß selbst unter den ungünstigsten Bedingungen beim Ausbau der aus den Mosten des Jahrgangs 1904 resultierenden Weine der Gehalt an Mineralstoffen etwa jemals unter die durch den Bundesrat festgesetzten Grenzwerte herabsinke, so daß also ein Bedenken in dieser Richtung für die Naturweine des Jahres 1904 in der Pfalz keineswegs besteht.

Zum Schlusse gestatte ich mir noch die Bemerkung, daß ich von der Aufnahme einer Anzahl Portugieser Moste in die statistischen Untersuchungen Abstand genommen habe, weil die Untersuchungsergebnisse einigen Zweifel an der vollständigen Naturechtheit und Unverändertheit der untersuchten Proben erregten und ich die Weinstatistik nicht mit Zahlen versorgen möchte, für welche ich nicht nach jeder Richtung einzustehen vermag.

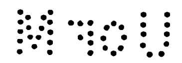
Laufende Nr.	Gemarkung und Lage	Bodenart und Düngung	Traubensorte	Beobachtete Krankheiten und Schädlinge. Mittel, die dagegen angewendet wurden	Zeit der Lese und Beschaffenheit der Trauben (Art der Fäule)	Klimatische Verhältnisse, die etwa auf die Trauben eingewirkt haben	Art des Mostes (Rot-, Weiß-, Schillerwein)	Spezifisches Gewicht des filtrierten Mostes bei 15° C. (Grade nach Oechsle)	In 100 ccm sind enthalten g: Alkohol	Freie Säuren	Mineral-bestandteile	Alkali der Asche in ccm N.-Lauge	Gesamtwein-steinsäure
1	Albersweiler, Dasberg (Mittellage)	Letten, alle 2 Jahre Stallmist	Österreicher	Keine. Geschwefelt u. gespritzt	27. Sept. 1904, gesund	Viel Regen i. Sept.	Weiß	71,5	0,53	1,25	—	—	—
2	Albersweiler, Klemmerthal (geringe Lage)	Kies, alle 3 Jahre Stallmist	Österreicher u. Gutedel	Etwas Wurm. Geschwefelt u. gespritzt	27. Sept. 1904, etwas wurm- faul	„	„	78,6	—	1,13	0,296	3,0	0,72
3	Albersweiler, Katzenstein (gute Lage)	Lehm, alle 2—3 Jahre Stalldung	Riesling mit Gutedel	Vom Sauer- wurm mäßig befallen	27. Sept. 1904, wurm- u. z. T. edelfaul	„	„	81,4	—	1,37	0,258	3,05	0,88
4	Arzheim, Jagdbusch (geringe Lage)	Sandboden, alle 3 Jahre Stalldünger	Österreicher	Keine. Geschwefelt u. gespritzt	26. Sept. 1904, gesund	„	„	64,5	—	1,76	0,33	3,80	0,74
5	Bergzabern im Speyerer	Letten und Kalk, nicht gedüngt	Gem. Satz (Österr., Gut- edel, Riesl., Burgunder)	Mäßig vom Sauerw. bef. Gespritzt u. geschwefelt	1. Okt. 1904, geringe Fäulnis	„	Schiller	71,7	—	1,09	0,271	2,65	0,645
6	Bergzabern in der Krotte	Sandiger Kiesboden	Gutedel u. Österreicher	Einige Trau- ben waren grau. Gespr. u. geschw.	1. Okt. 1904	„	„	64,8	—	1,33	—	—	—
7	Birkweiler, hinter der Kirche und Schwab (geringe Lage)	Letten, alle 2—3 Jahre Stalldünger	Österreicher u. Gutedel	Etwas Wurm. Gespritzt u. geschwefelt	27. Sept. 1904	„	Weiß	64,5	—	1,23	—	—	—
8	Birkweiler, alt. Kastanien- busch (bessere Lage)	Kies m. Lehm, alle 3 Jahre Stalldünger	„	„	„	„	„	77,8	—	0,98	0,306	3,0	0,65
9	Böchingen, Judenkirch- hof (geringe Lage)	Lehmboden, alle 2–3 Jahre Stalldünger	Österreicher	Etw. Sauer- wurm, teil- weise vom Hagel befall. Geschwefelt u. gespritzt	29. Sept. 1904, etwas wurm- faul	„	„	67,4	—	1,46	—	—	—
10	Böchingen, Steingrube	Kalkstein, alle 2 Jahre Stalldünger	„	Keine	29. Sept. 1904, etwas faul	„	„	76,6	—	1,13	0,288	2,90	0,56
11	Burrweiler, Breiling (mittl. Lage)	Lehm m. Sand, alle 2 Jahre Stalldünger	„	Geschwefelt u. gespritzt	29. Sept. 1904, ziemlich sauerfaul	Etwas v. Hagel befallen	„	73,4	—	1,24	—	—	—
12	Burrweiler, unt. Staufert (geringe Lage)	Lehm, 1 Jahr Stalld., 1 „ Super- phosphat	„	Keine. 3mal geschw., 1 „ gespr.	„	„	„	65,5	—	1,53	—	—	—
13	Burrweiler, hinterer Schloßberg	Sand, alle 3 Jahre Stalld. u. Guano	„	2mal geschw., 1 „ gespr.	„	„	„	81,0	—	1,13	0,304	3,0	0,641
14	Deidesheim, Ruppertsb. Reiterpfad	Schw. Sand- boden, alle 3 Jahre starke Stallmistd.	Franken ($^{2}/_{3}$), Riesling ($^{1}/_{3}$)	Keine. Gespritzt u. geschwefelt	5. Okt. 1904, ziemlich weit vorgeschritt. Edelfäule	Sept. viel Regen	„	97,0	0,16	0,77	0,41	4,10	0,40
15	Deidesheim, Kalkofen	„	Franken ($^{1}/_{2}$), Riesling ($^{1}/_{2}$)	„	„	„	„	100,0	0,37	0,86	0,418	4,10	0,33
16	Deidesheim, Martenweg	Sandiger Lehmboden	Franken	„	„	„	„	97,2	0,47	0,75	—	—	—

Laufende Nr.	Gemarkung und Lage	Bodenart und Düngung	Traubensorte	Beobachtete Krankheiten und Schädlinge. Mittel, die dagegen angewendet wurden	Zeit der Lese und Beschaffenheit der Trauben (Art der Fäule)	Klimatische Verhältnisse, die etwa auf die Trauben eingewirkt haben	Art des Mostes (Rot-, Weiß-, Schillerwein)	Spezifisches Gewicht des filtrierten Mostes bei 15° C. (Grade nach Oechsle)	In 100 ccm sind enthalten g: Alkohol	Freie Säuren	Mineralbestandteile	Alkali der Asche in ccm N.-Lauge	Gesamtweinsteinsäure
17	Deidesheim, Waldberg	Sandiger Lehmboden	Franken	—	9. Okt. 1904, ziemlich weit vorgeschritt. Edelfäule	Sept. viel Regen	Weißwein	102,5	0,26	0,87	0,32	3,20	0,35
18	Deidesheim, Hausbrunnen	Schw., lehm. Sandboden	„	—	„	„	„	105,5	0,42	0,92	0,407	3,95	0,29
19	Deidesheim, Kirchhof	Lehmboden	Meist Franken	Keine. Gespritzt u. geschwefelt	9. Okt. 1904, ziemlich edelfaul	Viel Regen im Sept., 2 mal sehr stark	„	79,5	0,16	1,11	—	—	—
20	Deidesheim, Hunger- u. Linsenbusch	Sandiger Letten	Riesling	Mäßig vom Sauerwurm befallen	17. Okt. 1904	„	„	109,0	—	0,916	—	—	—
21	Diedesfeld, Döppelter	Sand, teils Stalldünger, teils Kunstdünger (Guano)	Portugieser	Mäßig vom Wurm befallen. Gespritzt u. geschwefelt	15. Sept. 1904	„	„	52,8	0,42	0,98	—	—	—
22	Diedesfeld, Mittelfeld	Sand. Lehm, alle 2 Jahre Stalldünger	„	„	„	„	„	65,6	0,11	0,80	0,38	3,75	0,42
23	Berg, geringste Lage	Lehmboden, alle 2 Jahre Stalldünger	Österreicher	„	1. Okt. 1904, stark faul	„	„	64,8	—	1,34	0,32	3,20	0,63
24	Duchroth, Nozert	Porphyrgestein	Gemischter Satz	Gespritzt u. geschwefelt	14. Okt. 1904, etwas Edelf.	„	„	80,0	—	0,92	0,304	2,70	0,36
25	Duchroth, Sensiber	Steiniger Lehmboden	„	„	„	„	„	67,4	—	1,08	—	—	—
26	Dürkheim, Fuchsmantel	Sand, alle 3 Jahre Kuhdünger mit etwas Wollstaub	Portugieser	„	15. Sept. 1904, gesund	„	„	68,0	0,37	1,04	0,342	3,50	0,487
27	Dürkheim, Hexenacker	Sand (humoser), Waldstreu u. Kuhdung	„	„	„	„	„	62,1	0,37	0,88	—	—	—
28	Dürkheim, Abtr. Nußbaum, mittl. Lage	Lehm mit wenig Kies, alle 2 Jahre Stalldünger	„	Keine. Gespritzt u. geschwefelt	15. Sept. 1904, stark edelfaul	Viel Regen im Sept.	Rotmost	57,7	0,32	1,27	—	—	—
29	Dürkheim, Halsberg	Sand und Lehm, alle 3 Jahre Stalldünger	„	„	15. Sept. 1904, wenig edelfaul	„	„	73,6	—	0,84	—	—	—
30	Dürkheim, Schlamberg, Gert, Forst, Albach, II. Qualität	Letten und Fliesboden, alle 3 Jahre Düngung	Österreicher	„	5. Okt. 1904, edelfaul und stark faul infolge starken Regens	„	Weißwein	90,5	—	0,98	0,438	4,35	0,43
31	Dürkheim, Sägemühle, hinterer Fuchsmantel, III. Qualität	Humoser Sand, Düngung wie vorher	„	„	„	„	„	82,5	—	0,87	—	—	—

Laufende Nr.	Gemarkung und Lage	Bodenart und Düngung	Traubensorte	Beobachtete Krankheiten und Schädlinge. Mittel, die dagegen angewendet wurden	Zeit der Lese und Beschaffenheit der Trauben (Art der Fäule)	Klimatische Verhältnisse, die etwa auf die Trauben eingewirkt haben	Art des Mostes (Rot-, Weiß-, Schillerwein)	Spezifisches Gewicht des filtrierten Mostes bei 15° C. (Grade nach Oechsle)	In 100 ccm sind enthalten g				
									Alkohol	Freie Säuren	Mineral-bestandteile	Alkali der Asche in ccm N.-Lauge	Gesamtweinsteinsäure
32	Dürkheim, Krähhöfle, Hochfeld, Schlüsselacker, Wäldchen, IV. Qualität	Sandiger Lehm, Düngung wie oben	Österreicher	Keine. Gespritzt u. geschwefelt	5. Okt. 1904, edelfaul und stark faul infolge starken Regens	Viel Regen im Sept.	Weiß	72,8	—	1,09	—	—	—
33	Dürkheim, Benn, Spielberg, Hochmesse, Michelberg, I. Qualität	Kalk mit Letten, wie oben Düngung	„	„	„	„	„	93,6	—	0,99	0,444	4,50	0,382
34	Dürkheim, Ostwingert, III. Qualität	Lehm. Kies, Düngung wie oben	„	„	„	„	„	85,0	—	0,96	0,414	4,15	0,47
35	Dürkheim, Meß, I. Qualität	Letten, alle 2 Jahre Stalldünger	„	—	„	—	„	89,0	—	0,97	0,388	3,70	0,50
36	Dürkheim, Schlamberg, II. Qualität	Sand	„	—	„	—	„	99,6	—	0,98	0,392	3,70	0,42
37	Dürkheim, Saline und Hexenacker	Humoser Sand	„	Keine. Geschwefelt u. gespritzt	5. Okt. 1904, stark edel- u. sauerfaul	Viel Regen im Sept.	„	82,0	—	1,02	—	—	—
38	Ebernburg, Erzengrube	Felsboden, Kuhdung	Riesling	Keine	18. Okt. 1904	Ohne besond. wesentl. Einwirk.	„	90,0	—	0,82	—	—	—
39	Ebernburg, Stephansrech	Kiesboden, Kuhdung	„	Heuwurm	„	„	„	64,2	—	1,17	—	—	—
40	Ebernburg, Kühbonn	Lehmboden, Kuhdung	Franken	Keine	„	„	„	64,0	—	0,87	—	—	—
41	Edenkoben, Heideweg, gute Lage	Lehmboden, Stalldung	Österreicher	Mäßig vom Sauerwurm befallen	1. Okt. 1904, stark wurmfaul	Viel Regen im Sept.	„	72,0	—	1,12	0,326	3,35	0,585
42	Edenkoben, Letten, sehr gute Lage	Kalhaltiger Letten, Stalldung	„ u. Gutedel	„	1. Okt. 1904, etwas wurmfaul	„	„	80,0	—	0,93	0,344	3,45	0,64
43	Edenkoben, Trappenberg, geringe Lage	Lehmboden, Stalldung	Österreicher	Keine	„	„	„	60,2	—	1,63	—	—	—
44	Eschbach, geringste Lage	Sand, alle 2—3 Jahre Stalldung	„	„	26. Sept. 1904, gut	„	„	62,8	—	1,72	—	—	—
45	Eschbach, Kienger- und Landauerweg, Mittellage	Leichter Lehm	„	„	„	„	„	63,6	—	1,55	—	—	—
46	Eschbach, Au, 1. Lage	Schwerer Lehm mit Letten	„ u. Gutedel	Etwas Sauerwurm. geschw. 2 mal, gespr. 1 „	26. Sept. 1904, gesund	„	„	66,3	—	1,63	0,296	3,30	0,705

Laufende Nr.	Gemarkung und Lage	Bodenart und Düngung	Traubensorte	Beobachtete Krankheiten und Schädlinge. Mittel, die dagegen angewendet wurden	Zeit der Lese und Beschaffenheit der Trauben (Art der Fäule)	Klimatische Verhältnisse, die etwa auf die Trauben eingewirkt haben	Art des Mostes (Rot-, Weiß-, Schillerwein)	Spezifisches Gewicht des filtrierten Mostes bei 15° C. (Grade nach Oechsle)	In 100 ccm sind enthalten g				
									Alkohol	Freie Säuren	Mineralbestandteile	Alkali der Asche in ccm N-Lauge	Gesamtweinsteinsäure
47	Edesheim, Viehtrieb	Lehmboden, alle 3 Jahre Mist und Jauche	Österreicher[1])	Etwas Sauerwurm. Geschw. 2mal, gespr. 1 mal	28. Sept. 1904, etwas faul	Viel Regen im Sept.	Weiß	55,5	—	1,21	—	—	—
48	Edesheim, Forst, gute Lage	Lehm mit Kies	„	„	„	„	„	77,4	—	1,11	—	—	—
49	Edesheim, Elf Morgen	Lehmboden, alle 2 Jahre	„ [2])	„	29. Sept. 1904	Etwas durch Hagel beschädigt	„	65,2	—	1,38	—	—	—
50	Flemlingen, Fuchshohl, gemischte Lage	Lehm, alle 3 Jahre Stalldünger	„	Peronospora. 3 mal gespritzt	„	„	„	67,0	—	1,53	0,326	3,35	0,667
51	Flemlingen, Schwabsgasse, mittlere Lage	Lehm mit Letten, alle 3 Jahre Stalldünger	„	Geschwefelt und gespritzt	„	0	„	68,0	—	1,35	—	—	—
52	Forst, Freundstück, I a.	Letten (Stalldung)	Riesling	„	16. Okt. 1904, ganz edelfaul	„	„	130,0	—	1,11	0,422	3,25	0,328
53	Forst, Elfter, II a	Lehm (Stalldung)	Riesling mit etwas Österreicher	„	14. Okt. 1904, meist edelfaul	„	„	110,1	—	1,07	0,42	3,40	0,289
54	Forst, Langbemmert, III a	Sand (Stalldung)	Österreicher mit Riesling und Traminer	„	10. Okt. 1904, teilweise edelfaul	„	„	107	0,22	1,01	0,485	3,80	0,296
55	Forst, Kirchenstück	Sand (Plan Nr. 417) höchste Bodenbonität des Königreichs, Stallmist	Riesling[3])	Starker Wurm. Ausgebaut Ende August 2 mal	14. Okt. 1904, starke Edelfäule	—	„	111,8	—	1,01	0,437	3,40	0,42
56	Forst, Ungeheuer	Sandiger Letten, Stalldünger	„	„	17. Okt. 1904, starke Edelfäule	—	„	118,0	—	1,07	—	—	—
57	Frankweiler, Käs-Straße	Leichter Lehm mit etwas Letten, Stalldung	Österreicher	Mäßig Wurm. Geschwefelt und gespritzt	29. Sept. 1904, etwas sauerfaul	—	„	77,5	—	1,19	—	—	—
58	Frankweiler, Steinacker	Kalk und leichter Lehm (Stalldung)	„	„	„	Durch Hagelschlag beschädigt (20% Entschädigung)	„	81,2	—	1,14	0,292	3,10	0,675
59	Frankweiler, Rostem, geringste Lage	Letten	„	„	„	—	„	67,5	—	1,42	—	—	—

[1]) Während der Lese starker Regen. [2]) Junger Wingert (4 Jahre), erstes Erträgnis. [3]) Kein Vorlauf, sondern durch Preßdruck nach dem ersten Schnitt gewonnen.



Laufende Nr.	Gemarkung und Lage	Bodenart und Düngung	Traubensorte	Beobachtete Krankheiten und Schädlinge. Mittel, die dagegen angewendet wurden	Zeit der Lese und Beschaffenheit der Trauben (Art der Fäule)	Klimatische Verhältnisse, die etwa auf die Trauben eingewirkt haben	Art des Mostes (Rot-, Weiß-, Schillerwein)	Spezifisches Gewicht des filtrierten Mostes bei 15° C. (Grade nach Oechsle)	In 100 ccm sind enthalten g: Alkohol	Freie Säuren	Mineralbestandteile	Alkali der Asche in ccm N.-Lauge	Gesamtweinsteinsäure
60	Freinsheim, Wurmberg	Letten mit Sand, Stalldung mit Kunstdünger	Portugieser	Keine Geschwefelt u. gespritzt	19. Sept. 1904, gesund	Im Sept. starker Regen kurz vor der Lese	Rotmost	65,5	—	0,89	—	—	—
61	Freinsheim, Hohberg, Mittellage	Leichter Lehm, Stalldünger	„	„	19. Sept. 1904, stark sauerfaul	„	„	66,0	—	1,01	—	—	—
62	Freinsheim, Heidweg	Schwerer Ton, Stalldünger mit künstlichem Dünger	³/₄ Österreich., ¹/₄ Riesling	„	15. Okt. 1904, ganz edelfaul	Im Sept. u. Okt. starke Niederschläge	Weißwein	98,0	—	1,13	—	—	—
63	Freinsheim, vord. Gieß	Leichter Ton, Stalldünger mit künstlichem Dünger	„	„	„	„	„	96,5	—	0,93	0,408	4,0	0,217
64	Freinsheim, Karlbacherhohl	Sandboden, Stalldünger u. Kunstdünger	Österreicher	„	10. Okt. 1904	Starke Niederschläge im Sept.	„	90,4	0,16	0,86	0,432	4,0	0,281
65	Freinsheim, See	Leichter u. schwerer Tonboden	²/₃ Österreich., ¹/₃ Riesling	Peronospora in geringem Grade	„	„	„	80,0	0,37	0,113	0,348	3,20	0,315
66	Friedelsheim, Kirchenstück, gering	Lehm, Stalldung	Portugieser	Keine. Gespritzt u. geschwefelt	15. Sept. 1904	„	Rotmost	70,5	—	0,93	—	—	—
67	Friedelsheim, Deidesheimer Benn, gute Lage	Sand mit Letten, Stalldünger	„	„	„	„	„	74,0	0,21	1,07	0,38	3,80	0,517
68	Gimmeldingen, Kieselberg mit Haardt Birkweiler, gemischt	Lehm u. Kies, Stalldünger	„	„	„ etwas sauerfaul (wurde ausgelesen)	„	„	71,2	0,37	0,795	0,453	4,45	0,45
69	Gimmeldingen, Kieselberg	„	Riesling u. Österreicher	„	3. Okt. 1904, sauer- u. edelfaul	„	Weißwein	84,7	—	1,23	0,374	3,20	0,57
70	Gleishorbach, Speyerer	Kalkstein, Stalldung	Muskateller u. Gutedel	„	1. Okt. 1904	„	„	72,6	—	1,01	—	—	—
71	Gleishorbach, Krech	Lehmboden, Stalldung	Österreicher u. Gutedel	„	„	„	„	73,2	—	1,05	—	—	—
72	Gleishorbach, Mittenbuhl	Letten, Stalldung	„	Mäßig Sauerwurm	„	„	„	74,3	—	1,16	0,321	3,65	0,664
73	Gleisweiler, geringe Lage	Lettenboden, Stalldünger mit Thomasmehl	Österreicher	Heuwurm. Gespritzt u. geschwefelt	29. Sept. 1904, stark wurmfaul	Durch Hagelschlag beschädigt	„	61,2	—	1,12	0,33	3,35	0,54
74	Gleisweiler, mittlere Lage	Sand mit etwas Lehm, Stalldünger	„	„	29. Sept. 1904, wenig wurmfaul	„	„	70,8	—	1,15	—	—	—

Laufende Nr.	Gemarkung und Lage	Bodenart und Düngung	Traubensorte	Beobachtete Krankheiten und Schädlinge. Mittel, die dagegen angewendet wurden	Zeit der Lese und Beschaffenheit der Trauben (Art der Fäule)	Klimatische Verhältnisse, die etwa auf die Trauben eingewirkt haben	Art des Mostes (Rot-, Weiß-, Schillerwein)	Spezifisches Gewicht des filtrierten Mostes bei 15° C. (Grade nach Oechsle)	In 100 ccm sind enthalten g: Alkohol	Freie Säuren	Mineralbestandteile	Alkali der Asche in ccm N.-Lauge	Gesamtweinsteinsäure
75	Gleisweiler, Hintermorg., beste Lage	Kies, Stalldünger	Meist Riesling	Heuwurm. Geschwefelt u. gespritzt	29. Sept. 1904, wenig wurmfaul	durch Hagelschlag beschäd.	Weißwein	73,6	—	1,27	0,294	3,25	0,68
76	Godramstein, an d. Godramstein. Straße, mittl. Lage	Lehm mit Letten, Stalldung	Traminer u. Österreicher	Wurm und Lederbeeren. Gespritzt u. geschwefelt	27. Sept. 1904, wurmfaul	Starker Regen im Sept.	„	70,6	—	1,27	—	—	—
77	Godramstein, Zeißler, beste Lage	Kalk und Lehm, Stalldung	Österreicher	Keine	„	Viel Regen im September	„	75,0	—	1,37	0,342	3,50	0,68
78	Godramstein, Hirsch	Lehm mit Letten, Stalldung	„	Etwas Wurm	„		„	53,0	—	0,89	0,249	2,55	0,465
79	Göcklingen, Rinksborn	Sandboden, Stalldünger	Gemischter Satz	Keine. Geschwefelt u. gespritzt	3. Okt. 1904		Schillerwein	73,6	—	0,81	0,267	2,50	0,630
80	Göcklingen, Kalkgrube	Lettenboden	Österreicher	„	2. Okt. 1904		Weißwein	76,2	—	1,13	—	—	—
81	Gönnheim, Gärten	Leichter Ton, Stalldüng. mit Kunstdünger	Riesling	Peronospora, Oïdium. Geschwefelt u. gespritzt	4. Okt. 1904, stark faul		„	85,6	—	1,06	—	—	—
82	Gönnheim, Hederichsgewann	Sandiger Ton, Lützelguano	Österreicher	Peronospora, Oïdium. Geschwefelt u. gespritzt	„		„	86,0	—	1,09	0,352	3,55	0,59
83	Gönnheim, Gießwender	Schwer. Ton, Kunst- und Stalldünger	Gemischter Satz	„	„		„	81,2	—	1,02	—	—	—
84	Grünstadt, am Park	Kalk mit Letten, Kunst- und Stalldünger	Portugieser	Keine	19. Sept. 1904, wenig Fäule		Rotwein	61,2	—	1,02	—	—	—
85	Grünstadt, Höllenpfad	Lehm mit Kalk, Kuhdünger	„	Sauerwurm. Geschwefelt (nicht gespr.)	„		„	57,7	—	1,24	—	—	—
86	Grünstadt, ober den Rheinlöchern	Lehm mit wenig Kalk (Pferdedüng. mit Weinbergsdünger)	„	Keine. Geschwefelt	„		„	58,0	—	1,21	—	—	—
87	Grünstadt, am Bergel	Kalkstein, Stalldung	Österreicher	Keine. Geschwefelt u. gespritzt	3. Okt. 1904, etwas edelfaul		Weißwein	92,3	0,21	0,73	0,291	3,20	0,48
88	Grünstadt, Schlangenwanne	Lehmboden, Stalldünger	Österreicher	„	3. Okt. 1904, teilweise etw. edelfaul		„	84,2	0,21	0,78	—	—	—
89	Grünstadt, Höllenpfad	Lehm und Kalkstein, Stalldünger	„	„	„		„	83,6	0,26	1,00	0,292	3,20	0,506
90	Hainfeld, Lehmgrube	Lehmboden, Stalldünger	„	„	29. Sept. 1904 etw. edelfaul		„	67,2	—	1,08	—	—	—
91	Hambach, Selz u. Leisbühl	Kiesboden, Stalldung	Portugieser	Springwurm. Gespritzt u. geschwefelt	15. Sept. 1904, gesund		Rotmost	69,3	—	0,82	—	—	—

Laufende Nr.	Gemarkung und Lage	Bodenart und Düngung	Traubensorte	Beobachtete Krankheiten und Schädlinge. Mittel, die dagegen angewendet werden	Zeit der Lese und Beschaffenheit der Trauben (Art der Fäule)	Klimatische Verhältnisse, die etwa auf die Trauben eingewirkt haben	Art des Mostes (Rot-, Weiß-, Schillerwein)	Spezifisches Gewicht des filtrierten Mostes bei 15° C. (Grade nach Oechsle)	In 100 ccm sind enthalten g: Alkohol	Freie Säuren	Mineral-bestandteile	Alkali der Asche in ccm N.-Lauge	Gesamtwein-steinsäure
92	Hambach, Fole, Unterhambach am Waldrand	Sandboden, Stalldung	Portugieser[1])	Springwurm, Oïdium u. Peronospora. Geschwefelt u. gespritzt	16. Sept. 1904, gesund	Viel Regen im September	Rotmost	51,0	1,42	0,80	0,38	3,75	0,424
93	Hambach, Landauer Chaussee, geringe Lage	Lehmboden, Stalldünger	Österreicher	Wenig Wurm. Geschwefelt u. gespritzt	1. Okt. 1904		Weißwein	60,2	—	1,35	—	—	—
94	Hambach, Berg, Horst, Erschig, beste Lage	Lehm mit Sand, Stalldung	Riesling	„	1. Okt. 1904, wenig faul		„	85,2	—	1,25	0,328	3,10	0,698
95	Hambach, Schlüsselberg, Eisenlöffel, Kaiserstuhl, gute Mittellage	„	½ Riesling, ½ Österr.	„	1. Okt. 1904		„	80,8	—	1,05	0,314	3,10	0,577
96	Hambach, Hochwiese, geringst. Lage	„	Österreicher	„	3. Okt. 1904		„	58,0	—	1,07	—	—	—
97	Herxheim a. Berg, Eulengeschrei	Kalkboden, Stalldünger	Portugieser	Keine. Geschwefelt u. gespritzt	17. Sept. 1904, wenig Edelfäule		Rotmost	68,6	—	1,09	—	—	—
98	Heuchelheim, Mittelgewann	Kies, Sand und Lehm, Stalldung	Österreicher und Gutedel	„	4. Okt. 1904, ziemlich gesund		Weißwein	77,4	—	1,11	0,342	3,60	0,574
99	Heuchelheim, vordere Schwag	Lettenboden, Stalldung	„	Etwas Sauerwurm. Geschwefelt u. gespritzt	4. Okt. 1904, Gutedel stark faul		„	65,2	—	1,17	—	—	—
100	Heuchelheim, Brühl	Schwerer Letten, Stalldung	Österreicher[2])	Keine. Geschwefelt u. gespritzt	4. Okt. 1904, gesund		„	47,4	1,78	1,27	—	—	—
101	Ilbesheim, Ringlöchner	Kalkstein, alle 4 Jahre Stalldung	Gutedel und Österreicher	Etwas Sauerwurm. Geschwefelt u. gespritzt	26. Sept. 1904, etwas sauerfaul		„	70,4	—	1,33	—	—	—
102	Ilbesheim, Leinsweiler Seite	Sand und Letten, Stalldung	Österreicher	„	„		„	73,0	—	1,30	0,282	3,05	0,72
103	Kallstadt, vorderer Spießberg	Kalkstein, Stalldung	Portugieser	„	17. Sept. 1904, gesund		Rotwein	60,0	—	0,98	—	—	—
104	Kallstadt, Meisenbach, Langgewann	Kies mit Lehm, Stalldung	„	Etwas Oïdium und Peronospora. Gespritzt u. geschwefelt	„		„	62,6	—	1,06	—	—	—
105	Klingenmünster, Schloßberg	Sand, Stalldung	Österreicher u. Traminer	Keine. Gespritzt u. geschwefelt	30. Sept. 1904, gesund		Schillerwein	67,0	0,21	1,08	—	—	—

[1]) Stark angegoren. [2]) Stark angegoren.

Laufende Nr.	Gemarkung und Lage	Bodenart und Düngung	Traubensorte	Beobachtete Krankheiten und Schädlinge. Mittel, die dagegen angewendet wurden	Zeit der Lese und Beschaffenheit der Trauben (Art der Fäule)	Klimatische Verhältnisse, die etwa auf die Trauben eingewirkt haben	Art des Mostes (Rot-, Weiß-, Schillerwein)	Spezifisches Gewicht des filtrierten Mostes bei 15° C. (Grade nach Oechsle)	In 100 ccm sind enthalten g				
									Alkohol	Freie Säuren	Mineralbestandteile	Alkali der Asche in ccm N.-Lauge	Gesamtweinsteinsäure
106	Klingenmünster, Bergwingert	Lehmboden, Stalldung	Gutedel u. Österreicher	Keine. Gespritzt u. geschwefelt	30. Sept. 1904, gesund	Viel Regen im Sept.	Weiß	60,4	0,42	1,13	—	—	—
107	„	Lettenboden	„	„	1. Okt. 1904	„	„	81,8	—	1,01	0,292	3,15	0,66
108	Kirchheimbolanden, Schillerhain, geringst. Lage	Letten, Stalldung	„	Keine. Geschwefelt u. gespritzt	10. Okt. 1904, gesund	„	„	78,8	—	1,01	—	—	—
109	Kirchheimbolanden, Kahlenberg	Lehmiger Kies, Stalldung	Gemischter Satz, meist Österreicher	„	10. Okt. 1904, gesund	„	„	85,0	—	0,70	0,238	2,50	0,375
110	Kirchheimbolanden, Meerwog	Kies, Stalldung	„	„	„	„	„	72,8	0,16	0,78	—	—	—
111	Kirchheimbolanden, am Mannheimer Berg	Schwerer Lehm, Stalldung	„	Keine. Nur geschwefelt	„	„	„	72,6	—	1,13	—	—	—
112	Knörringen, Gänseacker	Lehmboden, Stalldung	Österreicher	Etwas Peronospora. Geschwefelt u. gespritzt	28. Sept. 1904, etwas faul	„	„	67,4	—	1,45	—	—	—
113	Knörringen, Essinger Weg	Lehm, Stalldung	„	Etwas Sauerwurm. Geschwefelt u. gespritzt	„	„	„	61,6	—	1,38	—	—	—
114	Königsbach, Elster u. Metzger	Vorwiegend Letten, Stalldung	Österreicher u. Riesling	Keine.	3. Okt. 1904, edel- u. sauerfaul	„	„	80,2	—	0,95	0,354	3,25	0,457
115	Landau, Hammeleck	Kies, Stalldung	Gutedel mit wenig Traminer	„ Geschwefelt u. gespritzt	23. Sept. 1904, gesund	„	„	68,0	—	1,01	—	—	—
116	Landau, Böhl	Kies mit Lehm	Österreicher, wenig Gutedel u. wenig Traminer	„	23. Sept. 1904, teilweise Edelfäule	„	„	71,2	—	1,39	0,339	3,30	0,547
117	Lauterecken, Schäfersberg	Kies, Stalldung	Gemischter Satz (Österreicher, Riesling, Portugieser)	„	15. Okt. 1904, gesund	„	„	70,8	—	0,81	—	—	—
118	„	Kies, Stalldung	„	„	„	—	„	59,0	—	0,79	—	—	—
119	Lauterecken, Oberberg	Lehmboden, Stalldung	„	„	„	—	„	64,0	—	1,04	0,25	2,45	0,555
120	Leinsweiler, Hasensprung	Kalk mit Letten, Kunstdünger	Österreicher u. Gutedel	„	26. Sept. 1904, gesund	—	„	67,6	—	1,40	—	—	—
121	Leinsweiler, Gems	Kalk, Stalldung	Österreicher	„	„	—	„	73,6	—	1,34	0,298	3,15	0,682
122	Leinsweiler, Sätz	Lehm, Stalldung	„	„	„	—	„	69,2	—	1,47	—	—	—
123	Leistadt, Eichelberg	Sand, Kuhdung	Portugieser	„	17. Sept. 1904	—	„	68,2	—	1,23	—	—	—

Laufende Nr.	Gemarkung und Lage	Bodenart und Düngung	Traubensorte	Beobachtete Krankheiten und Schädlinge. Mittel die dagegen angewendet wurden	Zeit der Lese und Beschaffenheit der Trauben (Art der Fäule)	Klimatische Verhältnisse, die etwa auf die Trauben eingewirkt haben	Art des Mostes (Rot-, Weiß-, Schillerwein)	Spezifisches Gewicht des filtrierten Mostes bei 15° C (Grade nach Oechsle)	In 100 ccm sind enthalten g: Alkohol	Freie Säuren	Mineralbestandteile	Alkali der Asche in ccm N.-Lauge	Gesamtweinsteinsäure
124	Leistadt, Mönchberg	Sand, Stalldung	Österreicher	Keine. Geschwefelt u. gespritzt	10. Okt. 1904, gesund	—	Weiß	77,0	0,21	0,92	—	—	—
125	Leistadt, Höbel	Leichter Kalkboden, Stalldung	„	„	10. Okt. 1904, edelfaul	—	„	92,2	0,21	0,87	0,331	3,40	0,345
126	Leistadt, Leiningerweg	Kalk mit Letten, Stalldung	„	„	„	—	„	90,0	0,16	0,95	0,276	2,70	0,40
127	Maikammer, Haide	Sand, Stalldung, alle 2 Jahre Guano	Portugieser	„	14. Sept. 1904, etwas edelfaul	—	Rot	61,1	—	1,01	0,439	4,40	0,46
128	Maikammer, Immengarten	Sand, Kies und Lehm	Österreicher	Etwas Wurm	„	—	Weiß	68,4	—	1,07	—	—	—
129	Maikammer, Speyerer Weg (Kirrweiler)	Lehm mit Kalk, Stalldung	„	Keine	1. Okt. 1904, gesund u. z. Teil edelfaul	—	„	68,0	—	1,46	—	—	—
130	Maikammer, Wolfsloch (St. Martin) beste Lage	Letten, Stalldung	„	„	„	—	„	84,8	—	1,04	0,276	3,05	0,645
131	Moerzheim, an der Lehmgrube	Lehm, Stalldung	„	Etwas Wurm. Geschwefelt u. gespritzt	26. Sept. 1904, teilweise wurmfaul	—	„	68,0	—	1,54	0,328	3,60	0,698
132	Moerzheim, Schreckenberg	Letten, Stalldung	Österreicher u. Gutedel	Keine. Geschwefelt u. gespritzt	„	—	„	65,0	0,47	1,27	—	—	—
133	Moerzheim, Infern, geringe Lage	„	Gutedel	Keine	26. Sept. 1904, etwas sauerfaul	—	„	66,4	—	1,14	0,272	2,90	0,615
134	Mußbach, Schledt	Schwerer Tonboden, Stalldung	Portugieser	Keine. Geschwefelt u. gespritzt	15. Sept. 1904, etwas sauerfaul, wurde ausgelesen	—	Rot	66,3	—	0,86	—	—	—
135	Mußbach, Glockerzehn	Vorwiegend Lehmboden, Stalldung	Österreicher	Peronospora. Geschwefelt u. gespritzt	3. Okt. 1904, sauer- und edelfaul	—	Weiß	78,0	—	1,01	0,32	3,25	0,53
136	Neustadt a. H., Hohmauer	Kies, Kunstdünger u. Stalldünger	Portugieser	Spring- u. Sauerwurm; ohne merklich. Schaden. Geschwefelt	15. Sept. 1904, wenig sauerfaul	—	Rot	66,6	0,21	0,702	—	—	—
137	Neustadt a. H., Berg, Krain u. Kautz	Sand u. Kies	„ [1]	Keine. Gespritzt u. geschwefelt	14. Sept. 1904, wenig edelfaul	—	„	54,5	1,28	0,778	—	—	—
138	Neustadt a. H., Gimmeldingerstraße (Heubach)	Kies u. Lehm	Österreicher	„	3. Okt. 1904, edel- u. sauerfaul	—	Weiß	77,8	—	1,08	0,443	4,10	0,40
139	Niederhorbach, Sandacker	Sandboden, Stalldung	Gutedel u. Franken	„	5. Okt. 1904	—	„	64,2	0,58	1,24	0,308	3,25	0,645

[1]) Stark angegoren.

Laufende Nr.	Gemarkung und Lage	Bodenart und Düngung	Traubensorte	Beobachtete Krankheiten und Schädlinge. Mittel, die dagegen angewendet wurden	Zeit der Lese und Beschaffenheit der Trauben (Art der Fäule)	Klimatische Verhältnisse, die etwa auf die Trauben eingewirkt haben	Art des Mostes (Rot-, Weiß-, Schillerwein)	Spezifisches Gewicht des filtrierten Mostes bei 15° C. (Grade nach Oechsle)	In 100 ccm sind enthalten g				
									Alkohol	Freie Säuren	Mineral-bestandteile	Alkali der Asche in ccm N.-Lauge	Gesamtweinsteinsäure
140	Nieder-horbach, Wohlfahrts-acker	Lehmboden, Stalldung	Gutedel u. Franken	Keine. Gespritzt u. geschwefelt	5. Okt. 1904	—	Weiß	73,6	0,70	1,05	—	—	—
141	Nußdorf, Eichreis u. Bill	„	Österreicher Gutedel u.	„	23. Sept. 1904, ziemlich stark in Fäulnis	—	„	66,2	—	1,75	—	—	—
142	Nußdorf, Steinweg	Kalk mit Lehm, Stalldung	Österreicher[1]	Sauerwurm. Gespritzt u. geschwefelt	18. Sept. 1904, stark wurm-faul	—	„	61,6	1,06	1,44	0,352	3,80	0,585
143	Obermoschel, Seelberg	Schiefer-boden, Stalldung	Gemischter Satz	Keine. 2 mal gespritzt	11. u. 12. Okt. 1904, Edelfäule	—	„	76,2	0,32	0,84	0,29	2,90	0,33
144	Obermoschel, Langhöllen	Lehmboden, Stalldung	„	„	„	—	„	67,2	0,21	0,996	—	—	—
145	Obermoschel, Schloßberg	Kiesboden, Stalldung	„	„	„	—	„	73,0	—	1,02	—	—	—
146	Obermoschel, Rindhölle	Lehmboden, Stalldung	„	„	„	—	„	61,6	0,47	0 94	0,302	2,65	0,356
147	Rauschbach, Hammel-acker	Kies, Stalldung	Österreicher	Keine. Gespritzt u. geschwefelt	26. Sept. 1904, gesund	—	„	70,2	—	1,35	—	—	—
148	Rauschbach, Gereitenbach	Letten, Stalldung	„	Stark Wurm. Gespritzt u. geschwefelt	26. Sept. 1904, stark wurm-faul	—	„	69,5	—	1,60	—	—	—
149	Rhodt, großer Nuß-baum	Lehmboden, 3 jähriger Stalldünger	„	Wurm. Geschwefelt u. gespritzt	28. Sept. 1904, etwas wurm-faul	—	„	70,0	—	1,43	0,35	3,30	0,641
150	Rhodt, Hinterweg	„	„	Sauer- u. Springwurm. Abfangen der Sauerwurm-motten	29. Sept. 1904, ziemlich gesund	—	„	68,2	—	1,55	—	—	—
151	Rhodt, Kalbgrube	Letten, Stalldung	Österreicher mit etwas Gutedel u. Riesling	Keine.	29. Sept. 1904, gesund	—	„	77,8	—	1,20	0,306	3,0	0,724
152	Rhodt, Henken	Sandiger u. steiniger Lehmboden, Stalldung	Österreicher mit etwas Riesling	„	30. Sept. 1904, gesund	—	„	75,0	—	1,05	—	—	—
153	Roschbach, Grundbühl	Schwerer Letten, Kunstdünger u. Stalldünger	Österreicher	Wurm- u. Blattfall-krankheit. Geschwefelt u. gespritzt	28. Sept. 1904, wurmfaul	—	„	77,0	—	1,27	—	—	—
154	Roschbach, Oberer Berg	„	„	„	28. Sept. 1904, stark faul	Durch Hagel-schlag etwas beschä-digt	„	70,0	—	1,54	0,388	3,40	0,529

[1]) Stark angegoren.

Laufende Nr.	Gemarkung und Lage	Bodenart und Düngung	Traubensorte	Beobachtete Krankheiten und Schädlinge. Mittel, die dagegen angewendet wurden	Zeit der Lese und Beschaffenheit der Trauben (Art der Fäule)	Klimatische Verhältnisse, die etwa auf die Trauben eingewirkt haben	Art des Mostes (Rot-, Weiß-, Schillerwein)	Spezifisches Gewicht des filtrierten Mostes bei 15° C. (Grade nach Oechsle)	In 100 ccm sind enthalten g				
									Alkohol	Freie Säuren	Mineral-bestandteile	Alkali der Asche in ccm N.-Lauge	Gesamtwein-steinsäure
155	Rupperts-berg, Königs-bachermühl u. Wiesenweg, Steingrube	Kalk und Lehm, Stalldung	Gemischter Satz	Keine. Geschwefelt u. gespritzt	3. Okt. 1904, edel u. sauerfaul	—	Weiß	76,5	—	0,84	—	—	—
156	Rupperts-berg, Weißlich	Lettiger Sandboden	Franken u. Riesling	Mäßig Wurm	17. Okt. 1904, edelfaul	—	„	114,0	—	1,04	—	—	—
157	St. Martin, Steinwegel	Letten, Stalldung	Österreicher	Keine. Geschwefelt u. gespritzt	1. Okt. 1904, etwas edelfaul	—	„	81,2	—	1,21	—	—	—
158	St. Martin, Kirchberg, 1. Lage	Roter Lehm mit Sand, Stalldung u. Kunstdünger	„	„	1. Okt. 1904, gesund	—	„	83,4	—	1,03	0,31	3,05	0,698
159	St. Martin, Grabenteil	Sandboden, Stalldung u. Kunstdünger	„	„	„	—	„	75,0	—	1,22	—	—	—
160	Sausenheim, Kohlstraße	Kalk mit Letten, Stalldung	Portugieser	„	19. Sept. 1904, etwas edelfaul	—	Rot	75,2	—	0,95	—	—	—
161	Sausenheim, Queckbrunnen	„	Österreicher	„	13. Okt. 1904, stark faul	—	Weiß	64,0	—	1,13	0,30	3,40	0,461
162	Sausenheim, am Gänsebusch	„	„	„	„	—	„	67,0	—	1,06	—	—	—
163	Sausenheim, Kleinkarl-bacherweg	„	„	„	„	—	„	83,0	—	0,82	0,288	2,90	0,435
164	Schweigen, Bergel	Letten, Stalldung	Gemischter Satz	„	30. Sept. 1904	—	„	75,5	—	0,99	0,304	3,00	0,607
165	Schweigen, Lehmloch	Lehmboden, Stalldung	Österreicher u. Gutedel	„	„	—	„	73,2	—	1,14	—	—	—
166	Schweigen, Sauger	Lettenboden, Stalldung	Elbling	„	1. Okt. 1904	—	„	71,0	—	1,15	—	—	—
167	Siebeldingen, Stockwingert u. Berg	Kalk, Stalldung	Gutedel u. Österreicher	Etwas Wurm. 2 mal ge-schwefelt, 1 mal gespr.	27. Sept. 1904, etwas wurmfaul	—	„	76,4	—	1,22	—	—	—
168	Siebeldingen, Zelter Gewann	Letten, Stalldung	Gutedel	Stark Wurm. 2 mal ge-schwefelt, 1 mal gespr.	27. Sept. 1904, wurmfaul	—	„	69,6	—	1,31	0,323	3,30	0,697
169	Ungstein, Langeschleif	Lehmboden, Kuh- und Wolldung	Portugieser	Peronospora u. stark Sauer-wurm. Ge-schw. u. gespr.	16. Sept. 1904, viel faul	—	Rot	72,8	—	1,03	—	—	—
170	Ungstein, Hühneracker	Kies u. Sand, Stalldung	„	Peronospora. Sauerwurm in geringem Grade	16. Sept. 1904, ziemlich gesund	—	„	72,2	—	0,787	—	—	—
171	Ungstein, Gänseweide, Kinkel	Schwer. Sand, Stalldung u. Wollstaub	„	„	Ende Sept., gesund	—	„	62,2	0,26	0,99	0,362	3,50	0,35
172	Wachenheim, Hütten-wingert	Lehm m. Sand u. Letten, Stalldung	Österreicher	Keine. Gespritzt u. geschwefelt	5. Okt. 1904, stark edel- u. sauerfaul	—	Weiß	91,5	—	0,89	0,40	3,60	0,41

Laufende Nr.	Gemarkung und Lage	Bodenart und Düngung	Traubensorte	Beobachtete Krankheiten und Schädlinge. Mittel die dagegen angewendet wurden	Zeit der Lese und Beschaffenheit der Trauben (Art der Fäule)	Klimatische Verhältnisse, die etwa auf die Trauben eingewirkt haben	Art des Mostes (Rot-, Weiß-, Schillerwein)	Spezifisches Gewicht des filtrierten Mostes bei 15° C. (Grade nach Oechsle)	In 100 ccm sind enthalten g				
									Alkohol	Freie Säuren	Mineral-bestandteile	Alkali der Asche in ccm N.-Lauge	Gesamtwein-steinsäure
173	Wachenheim, Schärfelderweg	Letten, Sand u. Kies, Stalldung	Österreicher	Keine. Gespritzt u. geschwefelt	5. Okt. 1904, stark edel- u. sauerfaul	—	Weiß	82,3	—	1,01	—	—	—
174	Wachenheim, Neustück	Lehmiger Sand, Stalldung	„	„	„	—	„	90,0	—	1,01	0,416	4,0	0,382
175	Wachenheim, Goldbächel	Letten u. Sand, Stalldung	Österreicher u. Riesling	„	„	—	„	101,6	—	1,20	—	—	—
176	Wachenheim, Taubhaus	Lehmboden, Stalldung	Franken	Mäßig Wurm	17. Okt. 1904	—	„	85,5	—	1,60	—	—	—
177	Wachenheim, Schenkenböhl	Kalkiger Lettenboden	„	„	„	—	„	117,0	—	1,245	—	—	—
178	Walsheim, Hinterweg	Schwerer Lehm, Stalldung	Österreicher	Keine. Geschwefelt u. gespritzt	28. Sept. 1904, teilweise edelfaul	—	„	65,8	—	1,42	—	—	—
179	Walsheim, Altkemmert	„	„	„	28. Sept. 1904, edelfaul u. sauerfaul	—	„	75,0	—	1,57	0,352	3,50	0,574
180	Weisenheim, an dem Forst	Letten mit Kalk, Stalldung	Portugieser	„	17. Sept. 1904,	—	Rot	66,0	—	1,40	0,336	3,0	0,555
181	Weisenheim, Büschel	Kies, Stalldung	„	„	„	—	„	65,7	—	1,05	—	—	—
182	Weyher, Stuck in Altenbach	Sandboden, Stalldung	Österreicher und etwas Riesling	„	29. Sept. 1904, etwas faul	—	Weiß	72,2	—	1,11	0,308	3,0	0,667
183	Wolfstein, Erzengel	Porphyr, Stalldung	Gemischter Satz	„	Mitte Okt. 1904	—	„	78,8	0,26	0,84	—	—	—
184	Wolfstein, Eisenknopf	Steingeröll, Stalldung	„[1]	„	„	—	„	69,0	0,64	0,73	0,307	3,0	0,435
185	Wolfstein, Wingertsberg	Schw. Boden, Stalldung	„	„	„	—	„	60,4	—	1,13	—	—	—
186	Wollmesheim, Kaffet	Lehm, Stalldung	Gutedel u. Österreicher	„	26. Sept. 1904, wenig sauerfaul	—	„	74,4	—	1,27	—	—	—
187	Wollmesheim, Wingertsberg	Letten, Stalldung	„	Keine. Wurm in geringem Grade	26. Sept. 1904, etwas wurmfaul	—	„	73,8	—	1,19	—	—	—
188	Wollmesheim	Lehm, Stalldung	Österreicher	„	„	—	„	69,4	—	1,42	0,32	3,60	0,62
189	Zell, Pfortacker	Tonboden mit Kalk, Thomasmehl u. Kainit	Portugieser	„	17. Sept. 1904, fast reif, etwas Rohfäule	—	Rot	58,2	—	1,01	0,302	3,55	0,58
190	Zell, bessere Lage	Letten, Stallmist	Österreicher	„	16. Okt. 1904, stark edelfaul	—	Weiß	82,6	—	0,82	—	—	—

[1]) Angegoren.

3. Sachsen.

Bericht der Kgl. Zentralstelle für öffentliche Gesundheitspflege zu Dresden.

Geh. Medizinalrat Prof. Dr. Renk.

Im Jahre 1904 und zwar in der Zeit zwischen dem 10. und 19. Oktober sind der Königlichen Zentralstelle für öffentliche Gesundheitspflege von fünf Weinbergsbesitzern 13 Mostproben zugesandt worden. Über die Zusammensetzung derselben geben die nachfolgenden Tabellen Aufschluß, in welche auch die auf die Beschaffenheit und Haltung der Weinberge gemachten Angaben eingetragen worden sind. Die unter 1—3, 5—10 und 12—13 aufgeführten Mostproben stammten je von dem gleichen Weingutsbesitzer. Salizylsäure war in keiner Probe nachzuweisen; Borsäure dagegen in allen, jedoch in Mengen, welche den Verdacht absichtlichen Zusatzes ausschließen.

Moste des Jahres 1904.

Tabelle I.

Weinbaugebiete: Niederlößnitz und Meißen.

Laufende Nr.	Gemarkung und Lage	Bodenart und Düngung	Traubensorten	Beobachtete Krankheiten u. Schädlinge. Mittel, die dagegen angewendet wurden	Zeit der Lese. Beschaffenheit der Trauben	Klimatische Verhältnisse, die etwa auf die Trauben gewirkt haben	Art des Mostes	Spezifisches Gewicht bei 15°. Grade Oechsle	Freie Säuren g in 100 ccm	Alkohol
1	Niederlößnitz, Eckberg, südliche Lage	Schwerer und leichter Kiesboden, guter Kuhdünger für Traminertrauben, sonst künstlicher Dünger	Spätburgunder	Nicht beobachtet	26.—29. Sept.	Anhaltende Trockenheit. An einigen exponierten Punkten waren die Beeren klein geblieben und aufgesprungen. Kurz vor der Ernte mehrmals Reif	rötlich braun	1,0883 90,5°	0,6786	0
2	„		Roter Traminer	—	30. Sept. bis 2. Okt.		„	1,0968 98,5°	0,3770	0
3	„		Gemischte weiße Trauben	—	9.—10. Okt.		bräunlich	1,0823 83,5°	0,7728	0
4	Meißen, Crassoberg, rechts der Elbe, südliche Lage	Sand und Kiesboden, Kuhdünger und Komposterde	Blaue u. weiße Burgunder vorherrschend; Gutedel, Sylvaner, Kleebraun, Elblinger	Nicht beobachtet	5.—7. Okt.	Anhaltende trockne Witterung	Schieler	1,0785 79,5°	0,7166	0
5	Oberspaar, Domprobstberg, Südlage	Guter Kuhdünger, Komposterde und wenig Kunstdünger			5.—7. Okt.	Große Trockenheit u. Herbstfröste schädigten die Weinstöcke	rot	1,0748 75,5°	0,7634	0
6			—	—			braun	1,0782 79,5°	0,6974	0
7	Sörnewitz, Südlage		Riesling	—	15.—16. Okt.		Schieler	1,0891 90,5°	0,5560	0
8	—		Elblinger	—	—		Weißw.-most, braun	1,0721 72,5°	0,7398	0
9	—		Roter u. weißer Traminer, etwas Gutedel u. Sylvaner	—	—		„	1,0721 72,5°	1,0273	0
10	—		Burgunder	—	—		„ bräunl.	1,0852 86,0°	0,7540	0

Laufende Nr.	Gemarkung und Lage	Bodenart und Düngung	Traubensorten	Beobachtete Krankheiten u. Schädlinge. Mittel, die dagegen angewendet wurden	Zeit der Lese. Beschaffenheit der Trauben	Klimatische Verhältnisse, die etwa auf die Trauben gewirkt haben	Art des Mostes	Spezifisches Gewicht bei 15°. Grade Oechsle	Freie Säuren g in 100 ccm	Alkohol
11	Proschwitz, Südlage	Granit, verwitterter, Stalldünger	Blauer Burgunder, Gutedel, Kleebraun	Keine	—	—	hellrot	1,0830 84,5°	0,7540	0
12	Seußlitz	—	Rote Trauben	—	—	—	braunrot	1,0793 80,0°	0,8058	0
13	—	—	Weiße „	—	—	—	gelbbraun	1,0729 73,5°	0,8482	0

Tabelle II.

Gramme in 100 ccm filtrierten Mostes.

Lfde. Nr.	Extrakt	Mineralstoffe	Schwefelsäure	Milchsäure	Zucker	Nichtzucker	Polarisation	Phosphorsäure	Kalk	Magnesia	Kali
1	22,96	0,2778	0,0173	0,1151	21,68	1,28	— 9,8°	0,0378	0,0088	0,0079	0,1420
2	25,20	0,3244	0,0154	0,1369	23,89	1,31	— 10,2°	0,0363	0,0086	0,0103	0,1610
3	21,38	0,2874	—	—	19,84	1,54	— 9,3°	0,0306	0,0092	0,0096	—
4	20,39	0,4176	0,0256	0,1317	17,92	2,47	— 7,6°	0,0744	0,0177	0,0152	0,1918
5	19,42	0,3188	0,0232	0,1449	17,49	1,93	— 8,2°	0,0381	0,0134	0,0147	0,1514
6	20,31	0,3240	0,0302	0,1377	18,45	1,86	— 8,5°	0,0421	0,0168	0,0154	0,1549
7	23,17	0,3620	0,0259	0,1513	21,32	1,85	— 9,1°	0,0611	0,0167	0,0147	0,1874
8	18,71	0,2718	0,0165	0,1425	16,94	1,77	— 8,5°	0,0300	0,0123	0,0138	0,1284
9	18,71	0,4522	0,0323	0,1333	15,71	3,00	— 7,3°	0,1276	0,0121	0,0145	0,2270
10	22,15	0,2894	0,0173	0,1409	20,61	1,54	— 9,0°	0,0406	0,0121	0,0124	0,1363
11	21,57	0,2608	0,0137	0,1369	19,73	1,84	— 8,8°	0,0391	0,0091	0,0105	0,1295
12	20,60	0,2836	0,0171	0,1149	18,18	2,42	— 8,8°	0,0391	0,0123	0,0111	0,1347
13	18,92	0,2524	0,0134	0,1317	17,29	1,63	— 8,4°	0,0414	0,0143	0,0138	0,1067

4. Württemberg.

Bericht der Königl. Weinbau-Versuchsanstalt Weinsberg.

Prof. Dr. **R. Meißner.**

Der Stand der Weinberge im Jahre 1904 war bis zum September ein durchweg guter, und der Traubenansatz reichlicher als im Jahre 1903. Die Vegetationsbedingungen für den Rebstock waren in genanntem Jahre außerordentlich günstige. Infolge des verhältnismäßig rauhen Frühjahres hielt zunächst die Vegetation zurück, was im Hinblick auf die Frühjahrsfröste von Wert war. Mitte Mai setzte eine günstige Witterung ein, welche während des ganzen Sommers anhielt. Infolge davon trat die Traubenblüte anfangs Juni ein und wurde schnell vollendet, hierdurch wiederum blieben die kleinen Trauben von den Angriffen des Heuwurms verschont. Der heiße Sommer, welcher fast ohne Niederschläge blieb, verhinderte auch das Auftreten pflanzlicher Krankheiten an den Rebstöcken: von Oïdium und Peronospora war fast nichts zu bemerken. In einigen Gegenden Württembergs wurde ein Aufplatzen der Weinbeeren beobachtet. Letztere Erscheinung hat ihren Grund einmal in dem

Verbrennen der Beerenhaut durch Schwefel, anderseits, so namentlich in Neckarsulm, durch Eumolpus-Fraß. Einige Gegenden Württembergs wurden durch Hagelwetter heimgesucht, so z. B. Reutlingen, Roßwag (22. August) und andere. Die Weinberge, welche im vorigen Jahre vom Hagel gelitten hatten (im Remstal), waren im Jahre 1904 im Wachstum etwas zurückgeblieben, der Behang war aber auch dort ein zufriedenstellender.

Infolge der außerordentlich günstigen Vegetationsbedingungen trat die Vollreife in vielen Weinbergen bereits Mitte September ein. Um aber bei der schönen, gesunden Belaubung der Rebstöcke die Qualität der Trauben zu erhöhen, wurde die Lese hinausgeschoben. Da trat aber am 28. September kräftiges Regenwetter ein, so daß die vollreifen, namentlich weißen Trauben (Sylvaner und Gutedel), von den roten Sorten der Weikersheimer Süßrot schnell in Edelfäule übergingen, andere rote Sorten, wie z. B. Trollinger, wurden von der Botrytis weniger heimgesucht. Mit der starken Fäulnis der Trauben war eine große Verminderung der Quantität verbunden. Die Lese fand im allgemeinen in der ersten Hälfte des Oktobers statt.

Was die Qualität der 1904er Traubensäfte betrifft, so wurden selbst in Gegenden, die vom Klima weniger begünstigt sind, ganz annehmbare Produkte erzielt. Ein Blick auf die nachstehende Tabelle lehrt ohne weiteres, daß sich der Reifezustand der Trauben in dem verhältnismäßig geringen Säuregehalt der Traubensäfte kundgibt. Diese Tatsache tritt namentlich in den Vordergrund, wenn man die 1904er Traubensäfte mit denjenigen des Vorjahres vergleicht. Aber auch die Oechslegrade des 1904er Jahrganges liegen im Durchschnitt bedeutend höher als diejenigen der vorjährigen Gewächse, wiederum ein Zeichen dafür, daß der ausgiebige Sonnenschein des letzten Sommers in den gesunden, durch Bespritzung und Beschweflung vor pflanzlichen Krankheiten beschützten, sattgrünen Rebblättern bedeutende Mengen von Zucker zu bilden vermochte. Auffallend erscheint es nun aber, daß gerade die Trollinger der verschiedenen Gegenden Württembergs zum Teil ein verhältnismäßig niederes Mostgewicht zeigten, während die Weißgewächse beweisen, daß diese letzteren bedeutend höhere Oechslegrade haben. Als sehr schöne Beispiele dienen die unter Nr. 31 und Nr. 32 angeführten Zahlen des Hohenhaslacher Trollingers und Hohenhaslacher Sylvaners; ersterer zeigt 68,8° Oe., letzterer dagegen 89,8° Oe. Vergleiche auch Nr. 28, Mundelsheimer Trollinger mit 69,8° Oe., Nr. 44, Lauffener Trollinger mit 69,6° Oe., Nr. 46, Heilbronner Trollinger mit 70,4° Oe., Nr. 61, Weinsberger Trollinger mit 76,6° Oe., dagegen Nr. 66, Weinsberger Sylvaner mit 113,8° Oe., Nr. 72, Weinsberger Lemberger mit 105° Oe., Nr. 68, Weinsberger Weißriesling mit 106,7° Oe. Gerade diese letzteren Beispiele zeigen uns auf das unzweideutigste, daß, obwohl die verschiedensten Rebensorten in dem gleichen Weinberg unter den gleichen klimatischen und den gleichen Bodenverhältnissen gewachsen sind, doch der Trollinger nicht in seinem Traubensaft das gegeben hat, was man eigentlich erwarten sollte. Diese Erscheinung erklärt sich aber sehr leicht dadurch, daß die Trollinger Rebsorte einen feuchten Untergrund liebt. Es ist darum auch eine allgemeine praktische Erfahrung, daß in regnerischen Jahren die Trollinger besser ausfallen, als in solchen abnorm trockenen Jahren, wie es das Jahr 1904 gewesen ist.

Infolge der an weißen Trauben in manchen Gemeinden stark aufgetretenen Edelfäule, die hier und dort fälschlicherweise als Roh- oder Sauerfäule betrachtet wurde, neigen die aus ihnen hervorgegangenen Jungweine zu dem sogenannten Braunwerden.

Im großen Ganzen darf man mit dem heurigen Jahrgang außerordentlich zufrieden sein, weil die 1904er Traubensäfte, im Hinblick auf ihren verhältnismäßig niederen Säuregehalt, milde, dabei aber kräftige und feurige Weine liefern werden, welche in der Qualität zwischen den 1900ern und 1895ern stehen. Die Qualität des letzteren Jahrganges wird aber nur in solchen Weinbergen erreicht werden, welche zu den erstklassigen gehören.

Die Mostproben, deren Untersuchungszahlen in nachstehender Tabelle aufgeführt sind, wurden von dem ersten Assistenten der Anstalt, Dr. Galler, an Ort und Stelle entnommen. Für die Auswahl der Proben war in erster Linie der Gesichtspunkt maßgebend, neben den besten Gewächsen einer Gegend auch solche aus mittleren und geringeren Lagen im Naturzustande zu erhalten. Die Oechslegrade schwankten zwischen 63,6° bis 113,8° Oe. (Rotgewächs), 70° bis 110° Oe. (Weißgewächs). Die Gesamtsäuregehalte bewegten sich bei Rotgewächsen zwischen 0,517 bis 1,47 g in 100 ccm Traubensaft, bei Weißgewächsen zwischen 0,63 bis 1,375 g in 100 ccm Traubensaft.

Laufende Nr.	Gemarkung und Lage	Bodenart und Düngung	Traubensorte	Beobachtete Krankheiten u. Schädlinge. Mittel, die dagegen angewendet wurden	Zeit der Lese u. Beschaffenheit der Trauben (Art d. Fäule)	Art des Mostes (Rotwein, Weißwein, Schillerwein)	Spez. Gew. des filtr. Mostes bei 15° C., Grade nach Oechsle	Freie Säuren (Gesamtsäure) g in 100 ccm
1	Hemigkofen a. Bodensee, Berglage	Sandboden, Stalldünger	4/5 Dünnelbling, 1/10 Dickelbling, 1/10 Bodenseeburg.	—	1. Okt., 1/10 edelfaul	Weiß	74,3	1,132
2	„	Guter Boden, Stalldünger	3/5 Dünnelbling, 2/5 Bodenseeburg.	—	4. Okt., 1/10 edelfaul	Rot	65,3	1,155
3	„	„	Rotgewächs	—	4. Okt.	„	64	1,185
4	Weikersheim, südl. Lage (Karlsberg)	Muschelkalk (sandiger Lehm), Stallm., Kunstd.	Süßrot	2mal gespr.	5.—6. Okt., edelfaul	„	105	1,402
5	Weikersheim, südöstl. Lage (Karlsberg)	„	Sylvaner und Gutedel	„	14. Okt., edelfaul	Weiß	81,2	1,087
6	Weikersheim, südl. Lage (Schmecker)	Schwerer Lehm, Stallmist, teilw. Kunstdünger	„	„	18. Okt., edelfaul	„	91,8	1,08
7	Reutlingen, südl. Berglage (Pfalzgraf)	Tonschiefer, Gerberhaare	Portugies., Sylv., Schwarzriesling, Trollinger	Heuwurm zur Zeit der Blüte	17. Okt., etw. sauerfaul	Rot	75,7	1,042
8	Metzingen, südwestl. Bergl.	Basalttuff mit Jurensismergel	Portugieser, Gutedel, Malvasier, Sylv., Elbling, Schwarzriesling	Heuwurm	12.—13. Okt., edel- und sauerfaul	„	81,5	0,832
9	Metzingen, südl. Berglage	Basalttuff mit Jurensismergel, Stalldünger	Portugieser, Malvasier, Gutedel, Clevner, Sylv., Lemberger	Gespritzt u. geschwefelt	6.—8. Okt., edel- und sauerfaul	„	79	0,847

Laufende Nr.	Gemarkung und Lage	Bodenart und Düngung	Traubensorte	Beobachtete Krankheiten u. Schädlinge. Mittel, die dagegen angewendet wurden	Zeit der Lese u. Beschaffenheit der Trauben (Art d. Fäule)	Art des Mostes (Rotwein, Weißwein, Schillerwein)	Spez. Gew. des filtr. Mostes bei 15° C., Grade nach Oechsle	Freie Säuren (Gesamtsäure) g in 100 ccm
10	Untertürkheim, gute südliche und südwestl. Lage	Lehm- und schwerer Tonboden	Portugieser	Gespritzt u. geschwefelt	13.—14. Okt., wenig edelfaul	Rot	83	0,517
11	„	Lehmboden	Sylvaner	„	13.—14. Okt., stark edelfaul	Weiß	88	0,855
12	Untertürkheim, beste südl. Berglage	Keuper und bunter Sandstein	Weißriesling	„	15.—18. Okt., etwas edelfaul	„	86,3	0,817
13	„	Keuper und schwerer Tonboden	„	„	24.—25. Okt., 1/2 edelfaul	„	93	0,810
14	„	„	Trollinger	„	24.—25. Okt., gesund	Rot	80	0,975
15	Stetten im Remstal, südliche Lage	Schwerer Lehmboden, Stalldünger	Sylvaner und Gutedel	—	17.—18. Okt.	Weiß	89	0,735
16	Kleinheppach, höhere und niedere Berglage	Leberboden, Stalldünger	„	Gespritzt u. geschwefelt	17. Okt., teilweise edelfaul	„	87	0,675
17	„	„	Trollinger, Urban, blauer Sylvaner	„	„	Rot	77,6	1,162
18	Korb, Berglage	Kräftiger Letten mit Keuper, Stalldünger	Trollinger, Sylvaner, Weißriesling	„	13. Okt., ziemlich edelfaul	„	78,8	0,9
19	„	Keuper, Stalldünger	Trollinger und Weißriesling	„	„	„	72	1,012
20	Beutelsbach, südliche Lage	Keupermergel	Trollinger, Sylvaner, Weißriesling	„	4. Okt., edelfaul	Weiß	94,1	0,757
21	Schnait, südwestliche Lage	Roter u. blauer Keupermergel, Stalldünger	Sylvaner und Weißelbling	Etwas Heu- u. Sauerwurm. Gespritzt u. geschwefelt	„	„	94,1	1,03
22	„	Tonmergel	Weißriesling	„	3. Okt., etwas edelf.	„	79,3	1,350
23	Schnait, südliche Lage	Humoser toniger Sandboden	Elbling, Sylvaner, Weißriesling	Etwas Heu- u. Sauerwurm. Gespritzt u. geschwefelt, etw. Chlorose	„	„	90	1,012
24	Beilstein, südliche Lage	Keupermergel, Superphosphat	Weißriesling	2 mal gespr. 3 mal geschw.	24. Okt., edelfaul	„	83	1,117
25	„	Keupermergel, Kalisuperphosphat	Trollinger	„	24. Okt., etwas edelfaul	Rot	81	1,117
26	Kleinbottwar, südliche Lage	Keuper	Weißriesling	Gespritzt u. geschwefelt	20.—24. Okt., edelreif	Weiß	110	0,9
27	„	„	1/2 Trollinger, das übr. Lemberger, Affentaler u. Sylvaner	„	20.—24. Okt., gesund	Rot	87,4	0,96

Laufende Nr.	Gemarkung und Lage	Bodenart und Düngung	Traubensorte	Beobachtete Krankheiten u. Schädlinge. Mittel, die dagegen angewendet wurden	Zeit der Lese u. Beschaffenheit der Trauben (Art d. Fäule)	Art des Mostes (Rotwein, Weißwein, Schillerwein)	Spez. Gew. des filtr. Mostes bei 15° C., Grade nach Oechsle	Freie Säuren (Gesamtsäure) g in 100 ccm
28	Mundelsheim, südl. Lage	Muschelkalk, Stalldünger	Trollinger	etw. Peron. und Oïdium; gespritzt u. geschwefelt	17. Okt., etwas edelfaul	Rot	69,8	0,997
29	Beihingen, südl. Lage	Muschelkalk, Gips und Stalldünger	Sylv., Gutedel, Elbling, Weißriesling	2mal gespr., 3mal geschw.	10.—12. Okt.	Weiß	85,9	0,870
30	„	„	Trollinger	„	15. Okt.	Rot	74,3	1,162
31	Hohenhaslach, südl. Lage	Mergel und Tonboden	„	—	„	„	68,8	1,08
32	Hohenhaslach, südöstl. Lage	grauer Mergelboden	Weißer und blauer Sylvaner	—	10. Okt.	Schiller	89,8	0,885
33	Roßwag, südl. Berglage	Muschelkalk, Stalldünger	Trollinger und Lemberger	Im August Hagelschlag	6. Okt.	Rot	82,4	0,975
34	„	„	Lemberger	„	„	„	76,6	0,862
35	Maulbronn, (Eilfingerberg) südl. Berglage	Keupermergel	Weißriesling	Gespr. u. geschw., etw. Hagelschlag	20. Okt., edelfaul	Weiß	86	0,967
36	„	„	Muskateller	„	„	„	79	1,035
37	Nordheim, mittlere südl. Berglage	Schwerer roter Keupermergel	Weißriesling	Gespritzt u. geschwefelt	19. Okt., edelfaul, etw. sauerfaul	„	80	0,952
38	Neipperg, mittlere südl. Berglage	Roter Keupermergel	Lemberger mit ⅓ Trollinger	„	18.—19. Okt., edelfaul, etw. sauerfaul	Rot	82	0,87
39	Schozach, südl. Berglage	Lehmboden	Portugieser	—	12. Okt.	„	83	1,08
40	„	„	Schwarzriesling	—	12. Okt., edelfaul	„	75	0,675
41	Schozach, südl. Lage	Schwerer fetter warmer Tonbod.	„	—	18. Okt., edelfaul	„	90,8	0,96
42	„	„	Lemberger und Sylvaner	—	„	„	81,8	0,862
43	Lauffen a. N., südöstl. Lage (mittl. Berg)	Muschelkalk, Stalldünger	Trollinger	Gespritzt u. geschwefelt	13. Okt., etw. edelfaul	„	69,6	0,877
44	Lauffen a. N., südl. Berglage	„	„	„	„	„	63,6	1,072
45	Lauffen a. N., mittlere südl. Lage	„	Portugieser Nachlese	„	17. Sept.	„	70,8	0,975
46	Heilbronn, südl. Lage	Keuper	Trollinger und Affentaler	„	18. Okt.	„	70,4	1,20
47	Talheim, O. A. Heilbronn, südwestlicher Abhang	Muschelkalk	Clevner	„	19. Okt., edel- und sauerfaul	„	90	0,937
48	„	„	Weißriesling	„	„	Weiß	85,2	0,975
49	Kochersteinsfeld, südl. Lage	Schwerer Muschelkalkboden, Stallmist	Lemberger, Trollinger, Schwarzriesling	„	5. Okt.	Rot	77	1,117
50	„	„	Sylv., Gutedel, Weißriesling	„	5. Okt., vorwiegend edelfaul	Weiß	79,2	1,375

Laufende Nr.	Gemarkung und Lage	Bodenart und Düngung	Traubensorte	Beobachtete Krankheiten u. Schädlinge. Mittel, die dagegen angewendet wurden	Zeit der Lese u. Beschaffenheit der Trauben (Art d. Fäule)	Art des Mostes (Rotwein, Weißwein, Schillerwein)	Spez. Gew. des filtr. Mostes bei 15° C., Grade nach Oechsle	Freie Säuren (Gesamtsäure) g in 100 ccm
51	Weinsberg, südl. Berglage	Keupermergel, Stalldünger	Portugieser	Gespritzt u. geschwefelt	5. Okt.	Rot	89,6	0,675
52	„	„	Malvasier	„	5. „	„	93,6	0,84
53	„	„	Gemischt weiß	„	5. „	Weiß	82,4	1,035
54	„	„	Sylvaner	„	8. „	„	87,1	1,012
55	„	„	Schwarzriesling	„	9. „	Rot	82,7	1,012
56	„	„	Gemischt weiß	„	10. „	Weiß	85,7	0,99
57	„	„	Aßmannshauser Clevner	„	13. „	Rot	85,8	0,862
58	„	„	Schwarzriesling	„	13. „	„	79	0,90
59	„	„	Ruländer	„	13. „	Weiß	91,4	0,72
60	„	„	Blauelbling	„	14. „	Rot	65,6	1,05
61	„	„	Trollinger	„	14. „	„	76,6	0,93
62	„	„	Gutedel	„	14. „	Weiß	81,1	0,787
63	„	„	Trollinger	„	15. „	Rot	74	1,012
64	„	„	Schwarzurban	„	15. „	„	83	0,945
65	„	„	Lemberger	„	19. „	„	91,3	0,997
66	„	„	Blauer Sylvaner	„	19. „	„	113,8	0,862
67	„	„	Roter Burgunder	„	19. „	„	98,7	0,975
68	„	„	Weißriesling	„	19. „	Weiß	106,7	0,967
69	„	„	Muskatriesling	„	19. „	„	99,8	0,85
70	„	„	Traminer	„	19. „	„	90,8	0,63
71	„	„	Weißriesling	„	19. „	„	90	1,012
72	„	„	Lemberger	„	20. „	Rot	105	0,667
73	„	„	Trollinger	„	20. „	„	83,8	0,982
74	Weiler, Südlage	Keupermergel	Weißriesling	„	22. „	Weiß	89,5	0,982
75	„	„	„	„	22. „	„	91	0,935
76	Weiler, niedere südwestl. Lage	Tonboden und Keupermergel	Schwarzriesling	„	19. „ etw. edelfaul	Rot	86,6	0,825
77	Weiler, mittl. südwestl. Lage	„	Clevner	„	20. Okt.	„	90	0,885
78	Eichelberg, Südlage	Roter Mergel	Blauelbling, Affentaler, Burgunder, Trolling.	„	26. „	„	70	1,035
79	„	„	Lemberger und Weißriesling	„	23. „	„	85,8	0,712
80	Weiler, (Friedrichshof) Südlage	Mergel mit Sand	Weißriesling	„	28. „	Weiß	94	0,975
81	Verrenberg, südl. Berglage	Keuper	Gutedel	Etwas Heuwurm, gespr. u. geschw.	12.—23. Okt. edelfaul	„	72	0,72
82	„	„	Sylvaner	„	„	„	87	1,012
83	„	„	Trollinger	„	12.—23. Okt.	Rot	77	1,47
84	„	„	Muskateller	„	12.—23. „ edelfaul	Weiß	83	1,140
85	„	„	Weißriesling	„	12.—23. Okt.	„	101	1,125
86	„	„	Traminer	„	12.—23. „	„	95	0,667
87	Ingelfingen, südl. Lage	Kalkboden	Sylv., Gutedel, Muskateller, Veltliner	Gespritzt u. geschwefelt	—	Weiß I	92,8	0,78

Laufende Nr.	Gemarkung und Lage	Bodenart und Düngung	Traubensorte	Beobachtete Krankheiten u. Schädlinge. Mittel, die dagegen angewendet wurden	Zeit der Lese u. Beschaffenheit der Trauben (Art d. Fäule)	Art des Mostes (Rotwein, Weißwein, Schillerwein)	Spez. Gew. des filtr. Mostes bei 15° C., Grade nach Oechsle	Freie Säuren (Gesamtsäure) g in 100 ccm
88	Ingelfingen, südl. Lage	Kalkboden	Sylv., Gutedel, Muskateller, Veltliner	Gespritzt u. geschwefelt	—	Weiß II	91,2	0,847
89	Jagsthausen, südwestl. Lage	Muschelkalk	Schwarzriesling, Portugieser, Affentaler, Trollinger	„	4. Okt., edelfaul	Rot	74,8	1,162
90	„	„	Weiße und blaue Sylvaner, Veltliner, Weißriesling, Gutedel, weiße Burgund.	„	„	Weiß	78,6	0,922
91	Möckmühl, Südlage	„	Schwarzriesling, Affentaler, 1/4 Aßmannshaus. Clevner	„	3. Okt.	Rot	75,3	1,095
92	„	„	Sylvaner, weiße und rote Gutedel, Rotelbling, Weißriesling	„	6.—7. Okt.	Weiß	70	0,975
93	„	„	Weißriesling	„	10. Okt., teilweise edelfaul	„	77	1,035

5. Baden.

Bericht der Großherzogl. landwirtschaftlichen Versuchsanstalt Augustenberg.

Prof. Dr. J. Behrens.

I. Witterungsverhältnisse.

Nachdem durch günstige Herbstwitterung der Monate Oktober und November des Vorjahres die Holzreife der Reben noch wesentlich gefördert war, sind die Reben ganz allgemein ohne Schaden durch den Winter gekommen. Der Monat März brachte dann neben wenigen milden Tagen eine größere Anzahl solcher, an denen der Thermometerstand weit unter den normalen Ständen zurückblieb. Trotzdem das Wärmemittel des März etwas, bis zu 1°, über der langjährigen Mitteltemperatur des Monats lag, wurde infolgedessen die Entwicklung der Reben vollständig zurückgehalten. Erst als das zweite Drittel des April sommerliche Witterung brachte, machte auch das Austreiben der Reben Fortschritte, die allerdings dann durch das im letzten Drittel des April herrschende unfreundliche Wetter frühzeitig wieder unterbrochen wurden. Die Fortschritte waren auch nicht derart, daß die stellenweise eingetretenen Temperaturfälle infolge Strahlfrost hätten schaden können.

Dem tiefen, niemals aber bedrohlichen Stande des Thermometers im ersten Drittel des Mai folgte für den Rest des Monats sonniges und warmes Wetter. Fast die Hälfte der Maitage ist sommerlich warm gewesen, sodaß gegenüber den lang-

jährigen Temperaturmitteln des Monats überall ein Wärmeüberschuß sich ergeben hat, im Süden des Landes von 2°, im Nordosten (Taubergegend) von $^1/_5$ bis $^1/_2$°. Verschiedene Gewitterregen sorgten für reichliche Bodenfeuchtigkeit, so daß die Reben sich schnell weiter entwickelten.

Der Juni setzte fort, was der Mai begonnen hatte; er war warm, wenig bewölkt und trotz einiger ergiebiger Regengüsse im allgemeinen trocken. Die Wärme war an den meisten Tagen abnorm hoch, so daß wieder ein Wärmeüberschuß über den langjährigen Mittelwert des Juni von $^1/_2$° sich ergeben hat mit Ausnahme des Nordostens, wo $^1/_3$° zu niedrige Mitteltemperaturen verzeichnet sind. Die Monatssumme der Niederschläge blieb fast überall im Lande etwas hinter dem Mittel zurück. Begünstigt durch diese Witterung machten die Reben schnelle Fortschritte und begann die Blüte in besten Lagen bereits vor Mitte Juni. Ende Juni war sie wohl überall beendet. Der Verlauf der Blüte wurde durch die günstige Witterung ganz außerordentlich beschleunigt, so daß über Heuwurmschaden nirgends zu klagen ist.

Ebenso heiß und noch trockener, wie der Juni geendet hatte, erwies sich der Juli, der viel Sonnenschein, sehr hohe Temperaturen und überaus wenig Regen gebracht hat. Für die Temperaturen ergaben sich Monatsmittel, welche um 2—3° die Durchschnittswerte übertreffen. Seit dem Jahre 1874 sind so hohe Wärmemittel wie in diesen Jahre für den Juli nicht beobachtet. Die Bewölkung war eine ungewöhnlich geringe. Die Sonnenscheindauer hat in tieferen Lagen 67 % des Möglichen erreicht, einen Betrag, wie er sonst nur in besonders klaren Herbstmonaten gemessen wird. Waren so Beleuchtungs- und Wärmeverhältnisse der Entwicklung der Trauben nur günstig, so gilt das leider nicht von den Niederschlagsverhältnissen. Die Niederschlagssummen haben nur ca. $^1/_3$ bis $^1/_2$ der normalen Werte erreicht, sodaß in trockenen heißen Lagen sogar die tiefwurzelnden Reben unter Wassermangel zu leiden hatten, das Wachstum der Traubenbeeren infolgedessen nicht die gewünschten Fortschritte machte.

Das wurde noch fühlbarer, als auch der August, wenigstens in seinen beiden ersten Dritteln, die Witterungsverhältnisse des Juli übernahm und fortsetzte. Das letzte Drittel des August brachte eine Abkühlung, so daß das Temperaturmittel des Monats sich doch nicht weit von dem normalen Durchschnittswerte entfernte. Es hat sich südlich der Murg ein Temperaturüberschuß von bis zu $^3/_4$°, nördlich davon ein um bis ebensoviel zu niederes Monatsmittel ergeben. Die Bewölkung war während des ganzen Monats verhältnismäßig gering, so daß die Gesamtdauer des Sonnenscheins mehr als die Hälfte des Möglichen erreicht hat. Die Niederschlagssummen sind in der südlichen Hälfte Badens durchweg zu gering ausgefallen, erreichten in der Seegegend sogar nur die Hälfte des langjährigen Durchschnittswertes. Im nördlichen Baden dagegen erreichten und übertrafen sie die Durchschnittswerte, allerdings nur infolge einiger ergiebiger Gewitterregen, die zu Anfang des Monats niedergingen und die Wasserarmut des Bodens wohl zu mildern, aber nicht zu beheben vermochten.

Während der Hauptwachstumsperiode in den Monaten Juli und August haben infolge dieser Witterungsverhältnisse die Reben stellenweise unter der Trockenheit etwas zu leiden gehabt und sind die Beeren in der Größe zurückgeblieben. Im

übrigen war die Witterung für das Reifen der Trauben d. h. für die Zuckeranhäufung in den Beeren überaus günstig. Nur dort, wo man die Trauben durch falsches Heften oder gar Entfernen der schützenden Blätter frei gestellt und direkt den sengenden Strahlen der Sonne preisgegeben hatte, sind Verbrennungserscheinungen an ihnen aufgetreten, die indes nicht von allgemeiner Bedeutung waren. Krankheiten wie Peronospora viticola oder Oïdium Tuckeri ließ zum Teil schon die Witterung kaum aufkommen, zum Teil wurden sie durch Anwendung der entsprechenden Mittel (Kupferkalkbrühe, Schwefel) rechtzeitig bekämpft. Die Aussichten auf einen quantitativ reichen, qualitativ vorzüglichen Herbst waren Ende August die besten.

Einen vollständigen Umschlag der Witterung brachte dann der Monat September, der nicht nur zu kühl, sondern auch zu reich an Niederschlägen war. Die Tagesmittel der Temperaturen waren nur an 5 Tagen über, sonst aber, zum Teil recht erheblich, unter den normalen gelegen. Die Monatsmittel der Temperatur waren deshalb um 1^0, am Bodensee sogar um $2^1/_2{}^0$ zu niedrig. Heiteres sommerliches Wetter trat überhaupt nicht mehr auf mit einer Ausnahme. In der Nacht vom 19. zum 20. September sank die Temperatur bei wolkenlosem Himmel sogar so sehr, daß stellenweise, besonders in Frostlagen, Strahlfröste aufgetreten sind, welche die äußeren Blätter an den unteren Partien der Stöcke geschädigt oder ganz getötet haben. Den Trauben haben sie indessen nicht geschadet. Dabei war der September äußerst niederschlagsreich; die Niederschlagssumme hat überall das normale Monatsmittel weit hinter sich gelassen. Die Bewölkung war eine sehr starke, und nur wenige klare Tage sind zu verzeichnen.

Die Wirkung dieses Witterungsumschlags auf die Trauben mußte um so größer sein, als diese so trocken gewachsen waren. Vielfach platzten die in der Reife sehr

Tabelle

Ergebnisse der meteorologischen

Meteorologische Stationen	Höhe über dem Meere m	Mai				Juni			
		Lufttemperatur Mittel °C.	Niedrigste beobachtete Temperatur °C.	Monatssummen der Niederschlagshöhen mm	Zahl der Tage mit > 0,1 mm Niederschlag	Lufttemperatur Mittel °C.	Niedrigste beobachtete Temperatur °C.	Monatssummen der Niederschlagshöhen mm	Zahl der Tage mit > 0,1 mm Niederschlag
Meersburg a. Bodensee	435	14,0	3,2	93,8	13	17,3	7,2	94,4	14
Schelingen i. Kaiserstuhl . . .	314	—	—	98,6	14	—	—	52,5	12
Freiburg	272	15,6	4,3	172,7	17	18,3	9,1	73,5	15
Gengenbach	181	14,2	4,0	131,8	18	17,1	7,4	74,6	14
Karlsruhe	117	14,6	2,7	97,2	19	17,7	7,4	108,8	11
Heidelberg	115	15,0	3,5	104,8	16	18,0	7,5	103,5	14
Wertheim (Tauber- u. Maintal) .	141	13,3	1,2	70,8	14	16,5	5,2	50,2	9
Pülfringen (Taubergegend) . . .	354	—	—	74,5	19	—	—	44,7	11

weit vorgerückten Beeren auf, und an den Wundstellen stellten sich Fäulnispilze, insbesondere der Traubenschimmel, ein. Auch der Sauerwurm, der wohl vorhanden, aber kaum merkbar war, machte sich jetzt vielfach sehr bemerklich, indem die von ihm angestochenen Beeren zu Ausgangspunkten der Traubenfäulnis wurden.

So kamen die Reben in den Oktober, der allerdings verhältnismäßig arm an Niederschlägen, dafür aber reich an Nebeln und trüb war. Die Temperatur des Oktober lag in der einen Hälfte des Monats ebensoviel über wie in der anderen unter dem Normalen, so daß fast normale Monatsmittel sich ergeben konnten: die Seegegend war um $^1/_3$—$^1/_2$° zu kalt, die übrigen Landesteile waren um ca. $^1/_2$° zu warm. Wiederholt ist die Temperatur nahe an oder unter 0° gefallen, ohne daß es jedoch zu Schädigungen der Reben oder Trauben durch Kälte gekommen wäre. Eine tiefere Abkühlung durch Ausstrahlung wurde durch die meist beträchtliche Bewölkung verhindert. Die ungünstigen Bewölkungsverhältnisse sowie die zahlreichen Nebel lassen die Monatswitterung als feucht erscheinen, trotzdem die Niederschlagssummen überall um mehr als die Hälfte, ja sogar um zwei Drittel hinter den normalen Werten zurückblieben.

Nachdem der Oktober demgemäß eine Besserung der Witterungsverhältnisse gegenüber dem September nicht gebracht hatte, machte die Traubenfäulnis weitere Fortschritte, und man sah sich genötigt, frühzeitig zum Herbste zu schreiten. So ist denn überall in diesem Jahre 14 Tage bis 3 Wochen früher geherbstet als im Vorjahre.

Die Ergebnisse der meteorologischen Beobachtungen sind in den nachstehenden Tabellen I, II und III zusammengefaßt.

I.

Beobachtungen 1904.

Juli				August				September				Oktober			
Lufttemperatur Mittel °C.	Niedrigste beobachtete Temperatur °C.	Monatssummen der Niederschlagshöhen mm	Zahl der Tage mit > 0,1 mm Niederschlag	Lufttemperatur Mittel °C.	Niedrigste beobachtete Temperatur °C.	Monatssummen der Niederschlagshöhen mm	Zahl der Tage mit > 0,1 mm Niederschlag	Lufttemperatur Mittel °C.	Niedrigste beobachtete Temperatur °C.	Monatssummen der Niederschlagshöhen mm	Zahl der Tage mit > 0,1 mm Niederschlag	Lufttemperatur Mittel °C.	Niedrigste beobachtete Temperatur °C.	Monatssummen der Niederschlagshöhen mm	Zahl der Tage mit > 0,1 mm Niederschlag
20,9	11,6	21,9	6	18,6	7,6	55,4	12	12,4	1,8	148,5	15	9,2	1,6	37,6	14
—	—	33,2	8	—	—	70,2	11	—	—	62,8	15	—	—	37,7	8
22,1	12,3	44,5	12	19,8	8,5	77,2	12	14,0	2,5	67,7	14	10,8	0,4	46,0	13
20,8	11,0	24,4	7	18,0	7,5	90,9	12	13,4	2,2	99,5	13	9,9	0,6	51,8	7
21,7	9,5	23,9	6	18,2	8,6	69,6	11	13,2	2,3	81,7	13	9,9	1,5	35,9	8
21,8	10,5	26,9	8	18,2	8,5	99,7	14	14,0	5,5	132,3	15	10,6	0,5	36,3	13
20,1	8,3	10,7	6	17,0	6,7	77,0	11	12,6	2,2	67,1	8	9,1	2,2	20,6	6
—	—	14,3	7	—	—	52,1	12	—	—	77,1	15	—	—	29,6	11

Tabelle II.

Stationen	Juli			August			September			Oktober		
	Klare Tage	Trübe Tage	Sommertage (Maximum auf oder über 25 °C)	Klare Tage	Trübe Tage	Sommertage (Maximum auf oder über 25 °C)	Klare Tage	Trübe Tage	Sommertage (Maximum auf oder über 25 °C)	Klare Tage	Trübe Tage	Sommertage (Maximum auf oder über 25 °C)
Meersburg	13	2	21	10	5	13	3	17	—	—	15	—
Freiburg	10	2	23	11	6	16	4	13	—	1	17	—
Gengenbach	11	6	22	10	10	12	4	18	1	1	20	—
Karlsruhe	13	3	25	9	9	11	5	11	—	2	14	—
Heidelberg	15	2	22	13	3	11	7	11	—	5	11	—
Wertheim	8	3	21	3	5	10	5	10	—	1	13	—

Tabelle III.

Dauer des wirksamen Sonnenscheins.

Monat	Karlsruhe (117 m über dem Meere)			Königstuhl bei Heidelberg (563 m über dem Meere)		
	Stunden	% des	Tage ohne Sonnenschein	Stunden	% des	Tage ohne Sonnenschein
Juli	328,1	67	0	320,1	66	0
August . . .	249,8	56	2	246,6	55	2
September . .	136,2	36	3	151,1	40	5
Oktober . . .	78,5	24	7	107,7	32	6

II. Höhe der Erträge.

Nach den Herbstberichten des Gr. Statistischen Landesamtes[1]) ist die nachstehende Tabelle IV über die Herbsterträgnisse zusammengestellt.

Tabelle IV.

Ertrag pro ha Herbst 1904.

Weinbaugebiet	Weißwein			Rotwein		
	Maximum hl	Minimum hl	Mittel hl	Maximum hl	Minimum hl	Mittel hl
Bodenseegebiet	85	7	32	50	3	26,7
Waldshut	50	17	28,3	35	10	13,6
Markgräflerland	100	10	43,3	70	10	32
Kaiserstuhl	100	35	62	70	30	50
Breisgau	90	20	53	55	10	43,75
Ortenau	110	10	32	65	8	24,4
Mittelbaden	90	7	36	110	4	32,8
Taubertal und Nebentäler . . .	55	4	31	40	8	22,8
Bergstraße	40	25	29,4	65	30	31
Landesdurchschnitt			43			30,8

[1]) Veröffentlicht in Nr. 40—46 des Wochenblattes des landwirtschaftlichen Vereins im Großherzogtum Baden 1904.

Gewonnen sind diese Zahlen aus der Berichterstattung über 16 297 ha Reben von ca. 17 500 ha. Nur ca. $^1/_8$ der Gesamtfläche wurde zur Rotwein-Gewinnung verwendet[1]). Infolge der eingetretenen Traubenfäulnis ist ein großer Teil der Rotweintrauben zu Weißherbst verwendet worden. Der mittlere Ertrag eines Hektar Reblandes, Rot- und Weißweintrauben zusammengenommen, würde sich nach diesen vorläufigen Zusammenstellungen auf ca. 41 hl pro ha (genauer 40,9 hl) gegen 36,8 hl im Vorjahre belaufen.

Es ist selbstverständlich und auch in der Tabelle zum Ausdruck gebracht, daß auch in gleicher Gegend und sogar in gleichen Lagen die Erträge ungemein wechseln. Außer Naturereignissen wie Hagel, der z. B. in einzelnen Gemeinden am Bodensee den Ertrag fast völlig vernichtet hat, spielen die wechselnden Bodenverhältnisse und Sorteneigenschaften, Erziehungsart, Alter, Düngungszustand und Bearbeitung der Reben eine wichtige und sogar entscheidende Rolle, und so dürfen die großen Unterschiede in den Durchschnittserträgen verschiedener Orte, wie sie aus den Rubriken Maximum und Minimum der Tabelle IV zu ersehen sind, nicht überraschen. Ähnliche Unterschiede würden sich auch ergeben, wenn man die Erträge verschiedener Lagen, Besitzer und Sorten in ein- und demselben Orte vergleichen würde.

Der Ertrag übertrifft alle Herbste der letzten 15 Jahre mit Ausnahme des Jahres 1900, wo der Landesdurchschnittsertrag des Hektar sich auf 51 hl belief, und dürfte in den verschiedenen Landesteilen mindestens einem halben Herbst entsprechen. Dabei ist zu bemerken, daß der sog. Vollherbst ein nach den verschiedenen Verhältnissen der einzelnen Weinbaugebiete durchaus wechselnder Begriff ist. Je nachdem Quantitätssorten (z. B. Elbling, Räuschling und dergl.) gebaut werden, oder Qualitätsbau herrscht (Burgunder, Riesling), nach der Bodenbeschaffenheit der Gebiete, nach Erziehungsart und Bau versteht man unter dem überdies keineswegs ganz feststehenden Begriff „Vollherbst" sehr auseinandergehende Mengen.

In der nachstehenden Tabelle V sind für die meisten badischen Anbaugebiete und Sorten die Mengenverhältnisse angegeben, welche verschiedene Weingutsbesitzer und mit dem Rebbau des betreffenden Gebietes durchaus vertraute Persönlichkeiten mit dem Ausdruck Vollherbst bezeichnen.

Tabelle V.

Weinbaugebiet	Sorte bezw. Lage	Ertrag von ha bei Vollherbst in hl			
		I.	II.	III.	IV.
Gebiet der Seeweine	Weißelbling	150—160	—	—	—
	Bodenseeburgunder	80—90	—	—	—
	Edlere Weißweinreben	70—80	—	—	—
Markgräflergebiet	Gutedel	125—170	135—140	170	—
	Elbling	135—170	—	170—200	—
	Gutedel und Elbling gemischt	—	—	170—185	—

[1]) Der Rotweinbau ist sowohl im Taubertal wie ganz besonders im Markgräflerland sehr gering und tritt weit hinter dem Weißweinbau zurück.

Weinbaugebiet	Sorte bezw. Lage	Ertrag von ha bei Vollherbst in hl			
		I.	II.	III.	IV.
	Elbling, weiß	140	112	125—135	—
	Kläpfer	—	—	110—115	—
Kaiserstuhlgebiet	Edelsorten	90	100	85—90	—
Tuniberg	Weißelbling	—	—	—	100
„	Rotelbling	—	—	—	70
	Edelsorten	100	—	—	—
	Weißelbling	170	150	—	—
Breisgau	Räuschling	—	170	—	—
	Gutedel	—	125—135	—	—
	Burgunder, Traminer, Riesling	—	70	—	—
	Riesling	70	60	85	50—60
	Traminer	70	70	—	35—40
	Ruländer	85	85	—	15—18
Ortenau	Burgunder	80	85	70	—
	Elbling	100	110	100—110	—
	Sylvaner	—	—	—	75—85
	Gutedel	—	—	—	70—85
	Hudler (Blauer Gelbhölzer)	70	—	70	70
	Sylvaner	70	—	72	60
	Elbling	70	—	72	70
	Riesling	—	45[1]	72	50
	Burgunder	—	40[1]	50	55
Mittelbaden	Ruländer	—	—	50	55
	Portugieser	100—110	—	100	65
	Lemberger	—	—	—	70
	Gutedel, rot und weiß	—	—	—	60
	Traminer	—	—	—	50
	Laska	—	—	—	70
	St. Laurent	—	—	—	65—70
	Gutedel und Sylvaner	45	80—85	—	—
	Tauberschwarz	40	70	—	—
	Portugieser	45—50	—	—	—
Tauberwein	Gemischt (St. Laurent, Burgunder, Lemberger, Müllerreben, Arbst usw.)	28	—	—	—
	Riesling	50	—	—	45
	Weißelbling	70	—	—	85
	Burgunder	70	—	—	75
	Portugieser	75	—	—	—
	Burgunder und Elbling, obere Lagen	—	100	—	—
Bergstraße	Burgunder und Elbling, untere Lagen	—	170	—	—
	Sylvaner mit etwas Elbling und Riesling	—	—	85—110	—
	Burgunder mit Portugieser und Trollinger	—	—	70—100	—
	Trollinger	—	—	—	90

[1]) Als Vollherbst ist der Ertrag des Jahres 1893 angenommen!

Wie verschieden die Begriffe sind, welche verschiedene Beobachter in verschiedenen Landesteilen mit dem Worte „Vollherbst“ selbst bei ein und derselben Sorte verbinden, geht aus der Tabelle hervor und ist überdies in der Tabelle VI noch einmal kurz und klar zu ersehen, in der die Extreme zusammengestellt sind.

Tabelle VI.

Sorte	Vollherbst; hl pro ha	
	Minimum	Maximum
Ruländer	15—18	85
Riesling	45	85
Burgunder mit Spielarten	40	85—90
Portugieser	45	110
Elbling	70	200
Sylvaner	60	85
Gutedel	60	170
Gutedel und Sylvaner (Mischsatz des Taubertals)	45	85

Hinter den Erwartungen ist die Höhe des Ertrages wohl in den meisten Orten etwas zurückgeblieben. Verursacht ist dies einmal durch die große Trockenheit des Hochsommers (Juli, August), durch welche die Beeren im Wachstum zurückgehalten wurden, und ferner durch die Witterung der Herbstmonate September und Oktober, welche die Fäulnis der Trauben begünstigte und dadurch Verluste herbeiführte.

III. Qualität der Weinmoste 1904.

Die frühe Blütezeit und die für die Traubenreife überaus günstigen Witterungsverhältnisse der Monate Juli und August erlaubten mit Fug und Recht der zu erwartenden Qualität eine gute Prognose zu stellen. Wäre auch der September nur einigermaßen seinen beiden Vorgängern bezüglich der Witterung treu geblieben, so wäre zweifellos ein Wein gewachsen, der den besten des letzten Jahrzehntes (1892, 1893, 1895) noch überlegen gewesen wäre. Der September hat indessen enttäuscht. Da die Trauben indes mit Beginn des September in der Reife schon außerordentlich weit voraus waren, hat selbst die ungünstige Witterung des Septembers der Qualität nicht mehr schaden können. Es ist, dank den Sommertagen des Juli und August, eine vorzügliche Qualität erzielt worden.

Infolge der ungünstigen Witterung und des Umsichgreifens der Traubenfäule hat man überall 14 Tage bis 3 Wochen früher geherbstet als 1903. Trotzdem ist im großen und ganzen eine bessere Qualität als im Vorjahre erzielt worden, wie die nachstehenden statistischen Mostuntersuchungen beweisen.

Wie in den Vorjahren, so wurden auch im Berichtsjahre die Mostproben durch Vermittelung der Direktionen der landwirtschaftlichen Bezirksvereine derart beschafft, daß auf ca. 100 ha Rebfläche eine Probe entfiel. Die Zahl der gewünschten, der eingelaufenen und der untersuchten Proben, und ihre Verteilung auf die einzelnen Bezirke ist aus nachstehender Tabelle VII ersichtlich.

Tabelle VII.

Amtsbezirk	Zahl der erbetenen und zugesandten Proben			Eingesandte Proben	Untersuchte Proben	Amtsbezirk	Zahl der erbetenen und zugesandten Proben			Eingesandte Proben	Untersuchte Proben
	Zahl der erbetenen Proben	nachträgl. angeb. Proben resp. gew. Probeflaschen	Zahl der Proben überhaupt				Zahl der erbetenen Proben	nachträgl. angeb. Proben resp. gew. Probeflaschen	Zahl der Proben überhaupt		
Engen	1	—	1	1	1	Rastatt	1	—	1	1	1
Konstanz	7	—	7	7	7	Bretten	3	—	3	3	3
Stockach	1	—	1	1	1	Bruchsal	8	—	8	8	7[1])
Überlingen	5	—	5	5	5	Durlach	2	—	2	2	2
Waldshut	4	—	4	1	1	Ettlingen	1	—	1	1	1
Lörrach	9	—	9	7	7	Pforzheim	5	—	5	5	5
Müllheim	11	—	11	11	11	Eppingen	4	—	4	4	4
Staufen	7	—	7	6	6	Sinsheim	2	—	2	2	2
Freiburg	9	—	9	8	8	Mosbach	3	—	3	3	3
Waldkirch	1	—	1	1	1	Buchen	1	—	1	1	1
Breisach	17	—	17	17	17	Boxberg	7	—	7	7	7
Emmendingen . . .	16	—	16	14	14	Tauberbischofsheim .	17	—	17	16	15[1])
Ettenheim	4	—	4	4	4	Wertheim	3	—	3	3	3
Lahr	4	—	4	4	4	Wiesloch	5	—	5	5	4[1])
Offenburg	12	—	12	12	12	Heidelberg	3	—	3	3	3
Oberkirch	5	—	5	5	5	Mannheim	1	—	1	1	1
Achern	3	—	3	3	3	Weinheim	3	2	5	5	5
Bühl	8	—	8	6	6	Insgesamt	195	11	206	194	191
Baden	2	9	11	11	11						

Die Tabelle VIII (S. 125—130) gibt die Ergebnisse der Mostuntersuchungen im einzelnen wieder.

Die Tabelle IX bringt eine Zusammenstellung der beobachteten Maximal- und Minimalwerte für Mostgewicht und Säuregehalt in den einzelnen Weinbaugebieten.

Tabelle IX.

Weinbaugebiet		Grad Oechsle bei 15° C.	Säuregehalt g in 100 ccm (Weinsäure)	Weinbaugebiet		Grad Oechsle bei 15° C.	Säuregehalt g in 100 ccm (Weinsäure)
I. Seeweine (14)	Maximum	92	1,57	VI. Ortenau (36)	Maximum	126[2])	1,35
	Minimum	62	0,95		Minimum	71	0,66
II. Waldshut (1)		70	1,15	VII. Mittelbaden (31	Maximum	83	1,41
III. Markgräfler (28)	Maximum	88	1,09		Minimum	62	0,61
	Minimum	69	0,47	VIII. Tauberweine (27)	Maximum	82	1,14
IV. Kaiserstuhl (28)	Maximum	87	1,20		Minimum	63	0,60
	Minimum	65	0,52	IX. Bergstraße (8)	Maximum	91	1,06
V. Breisgau (18)	Maximum	93	1,30		Minimum	64	0,77
	Minimum	65	0,65				

[1]) Eine Flasche kam zerbrochen an.

[2]) Auslese! Das zweithöchste erreichte Mostgewicht ist 100.

Tabelle VIII.

Moste des Jahres 1904.

Laufende Nr.	Gemarkung	Gewann	Lage	Traubensorte	Art des Mostes (Rot, Weiß usw.)	Tag der Einsendung	Spezifisches Gewicht des filtriert. Mostes bei 15° C.	In 100 ccm sind enthalten g: Alkohol	In 100 ccm sind enthalten g: Freie Säure als Weinsäure berechnet
				I. Seeweine (14 Proben).					
1	Überlingen	Unter-, Mittel- u. Oberdorf	—	2/3 Elbling, 1/3 Bodenseeburgunder	Weißherbst	27. 9.	63	—	1,24
2	Horn	Bohl	Berglage, Süd	Bodenseeburgunder	Rot	28. 9.	76	—	1,57
3	Güttingen	—	„ Südwest	Elbling	Weiß	3. 10.	68	—	1,09
4	Wangen	Franken	„ Süd	Bodenseeburgunder	Rot	7. 10.	80	—	1,49
5	Allmannsdorf	Hard	„ „	„	„	7. 10.	76	—	1,07
6	Sipplingen	Waffenthal	„ „	Elbling	Weiß	5. 10.	70	—	1,24
7	Mainau	—	West u. Südwest	95% Burgunder, 5% Ruländer	Rot	8. 10.	81	—	1,16
8	Maurach	Maximilianhalde	Fast eben, Süd	Gutedel	Weiß	7. 10.	67	—	1,13
9	Kippenhausen	Kupferberg	Berg, Ost	Bodenseeburgunder	Rot	6. 10.	76	—	1,34
10	Hagnau	Höhe	Fast eben, Süd	Elbling	Weiß	8. 10.	62	—	1,19
11	Oehningen	Müllhalde	Nordost	„	„	10. 10.	65	—	1,18
12	Meersburg	Bengel	Berglage, Südwest	Ruländer	„	15. 10.	92	—	0,95
13	Nenzingen	—	„ „	Elbling	„	11. 10.	67	—	1,25
14	Hilzingen	Elisabethenberg	Süd	Bodenseeburgunder	Rot	3. 10.	67	—	1,12
				II. Waldshut (1 Probe).					
15	Kadelburg	Rappenschnabel	Berglage, Südwest	Elbling	Weiß	6. 10.	70	—	1,15
				III. Markgräflerland (28 Proben).					
16	Hügelheim	Pflanzer	Berglage, West	Elbling, etwas Gutedel	Weiß	18. 9.	74	—	1,09
17	Seefelden	Wiesell	„ Südwest	Gemischt, Gutedel u. Elbling	„	19. 9.	77	—	0,98
18	Hügelheim	Kabisacker	„ „	Gutedel	„	23. 9.	88	—	0,74
19	Haltingen	Stiege	Südwest	„	„	24. 9.	80	—	0,79
20	Auggen	Käferberg	Osthang	„	„	24. 9.	75	—	0,77
21	„	Letten	Südhang	Gemischt, Gutedel u. Burgunder	„	24. 9.	88	—	0,66
22	Lörrach	Steingrüble	Berglage, Südhang	Elbling, Gutedel	„	26. 9.	69	—	1,08
23	Grenzach	—	„ Süden	Gutedel	„	26. 9.	78	—	0,84
24	Schliengen	Himmelberg	„ Westen	„	„	27. 9.	80	—	0,70
25	„	Nollenberg	Fast eben, Südwest.	Gutedel, Elbling	„	27. 9.	75	—	0,74
26	Weil	Tschugis	Berglage, Süden	Gutedel	„	27. 9.	80	—	0,77
27	Tüllingen	Hohlen	„ Westen	„	„	28. 9.	71	—	0,98
28	Kandern	Gaishalde	Berglage	„	„	28. 9.	70	—	0,84
29	Staufen	Schloßberg	Berglage, Süden	Gemischt, Gutedel, Elbling u. Burgund.	„	29. 9.	85	—	0,60
30	Tannenkirch	Pflanzer	Südwesten	Gutedel	„	1. 10.	76	—	0,76
31	Ballrechten	—	Westhang	„	„	3. 10.	81	—	0,65
32	Schallstadt	—	Berglage, Westhang	„	„	5. 10.	82	—	0,77
33	Laufen	Altberg	„	„	„	7. 10.	75	—	0,75
34	„	Außenberg	Südwesten	„ [1]	„	7. 10.	70	1,12	0,70

[1]) Ursprüngliches Mostgewicht ca. 81,2.

Laufende Nr.	Gemarkung	Gewann	Lage	Traubensorte	Art des Mostes (Rot, Weiß usw.)	Tag der Einsendung	Spezifisches Gewicht des filtriert. Mostes bei 15° C.	In 100 ccm sind enthalten g: Alkohol	In 100 ccm sind enthalten g: Freie Säure als Weinsäure berechnet
35	Laufen	Gutlug	Berglage, Westhang	Gutedel	Weiß	10. 10.	77	—	0,75
36	Ehrenstetten	Hasenschlupf	Osthang	„	„	8. 10.	79	—	0,59
37	„	Kirchberg	„	„	„	8. 10.	81	—	0,64
38	Wolfenweiler	Dürrenberg	Berglage, Westhang	„	„	10. 10.	80	—	0,55
39	Ebringen	Niederberg	Südwesten	„	„	5. 10.	83	—	0,75
40	Laufen	Aichberg	„	„	„	10. 10.	78	—	0,70
41	Pfaffenweiler	Dürrenberg	Berglage, West	„	„	13. 10.	81	—	0,47
42	St. Georgen	Wendlinger Berg	Südwesthang	„	„	10. 10.	86	—	0,50
43	Wittnau	Rebberg	Berglage, Südosthang	Gemischt	„	6. 10.	77	—	0,77
			IV. Kaiserstuhl mit Tuniberg (28 Proben).						
44	Gottenheim	Fünfjauchert	Berglage, Osthang	Elbling	Weiß	20. 9.	73	—	1,20
45	Opfingen	Hennenschweif	Osthang	„	„	22. 9.	68	—	0,94
46	Merdingen	Buchenbühl u. Bößenbürgle	Südwesthang	„	„	25. 9.	70	—	0,97
47	Waltershofen	Löchle	Berglage, Westhang	Gutedel	„	25. 9.	72	—	0,68
48	Munzingen	—	„ Südhang	Elbling	„	5. 10.	65	—	0,96
49	Bötzingen	Krummental	„ Osthang	„	„	28. 9.	77	—	0,98
50	„	Meisental	„ Südhang	Riesling	„	28. 9.	77	—	0,98
51	Eichstetten	Mohrental	Südhang	Gemischt, Ruländer, Riesling, Gutedel, etwas Roter	Weißherbst	26. 9.	78	—	0,80
52	„	Mittlingen	Nordhang	Elbling u. Kläpfer	Weiß	26. 9.	70	—	1,04
53	Bahlingen	—	Berglage, Südosthang	„	„	29. 9.	69	—	1,03
54	„	—	„ Westhang	Elbling	„	29. 9.	70	—	1,00
55	Endingen	Steingrüble	Westhang	Riesling, Burgunder	Weißherbst	26. 9.	65	—	0,95
56	„	Summberg	Südhang	Elbling	Weiß	26. 9.	67	—	1,04
57	Wasenweiler	Mamberg	—	„	„	25. 9.	83	—	0,90
58	Ihringen	Winklerberg	Berglage, Südwesthang	Gemischt, Gutedel, Sylvaner, Ruländer, Burgunder	Weißherbst	11. 10.	87	—	0,52
59	„	Winkler Ebene	—	Gutedel, Ruländer, Burgunder	„	12. 10.	79	—	0,63
60	Achkarren	—	—	„	„	5. 10.	86	—	0,78
61	Bickensohl	Geiser	Südhang	Elbling, Ruländer, Burgunder	„	10. 10.	83	—	0,95
62	Rothweil	Henkenberg	Berglage, Südhang	Edelsorten	Weiß	29. 9.	79	—	0,78
63	„	Mittelberg	„ Westhang	Gemischt	„	29. 9.	85	—	0,98
64	Oberbergen	—	„ Südosthang	Edelsorten	„	5. 10.	85	—	1,04
65	Burkheim	Eschloch	„ „	Elbling	„	24. 9.	76	—	1,10
66	Bischoffingen	Viehweg, III. Rainhöhe	Westhang	Sylvaner, Gutedel, etwas Ruländer	„	3. 10.	81	—	0,81
67	Kiechlinsbergen	Okenberg	Berglage, Nordhang	Elbling	„	24. 9.	69	—	0,95
68	Jechtingen	—	Südwesthang	Gemischt, u. a. Burgunder	Weißherbst	26. 9.	81	—	0,96
69	Sasbach	Lützelberg	Berglage, Ost u. Nord	„	„	25. 9.	87	—	0,62
70	Leiselheim	—	„ Südwesthang	Ruländer, Elbling	„	29. 9.	71	—	0,67
71	Königschaffhausen	Gausberg	Westhang	Elbling	„	22. 9.	69	–	0,94

Laufende Nr.	Gemarkung	Gewann	Lage	Traubensorte	Art des Mostes (Rot, Weiß usw.)	Tag der Einsendung	Spezifisches Gewicht des filtriert. Mostes bei 15° C.	In 100 ccm sind enthalten g	
								Alkohol	Freie Säure als Weinsäure berechnet
				V. Breisgau von Dreisam bis Kinzig (18 Proben).					
72	Unterglottertal	Kl. Schloßberg	Berglage, Südhang	Clevner	Weiß	15. 10.	90	—	0,65
73	Köndringen	Vögelisberg	„ Nordosthang	Riesling, Kläpfer	„	24. 9.	71	—	1,07
74	Kenzingen	Pfannenstiel	„ Nordhang	Gemischt (Riesling, Elbling, Burgunder)	Weißherbst	28. 9.	77	—	1,01
75	„	Hummelberg	Südosthang	Gemischt, meist Edelsorten	„	1. 10.	78	—	1,05
76	Bleichheim	Mutschler	Berglage, Westhang	Burgund., Ruländer, Rotelbling, Riesling	„	24. 9.	75	—	1,14
77	Herbolzheim	Forsthalden	Nordosthang	Gutedel	Weiß	28. 9.	93	—	0,71
78	„	Steingrüble	—	Gemischt, Edelsort.	„	4. 10.	85	—	0,95
79	Ettenheim	—	Westhang	Elbling u. Riesling	„	27. 9.	65	—	1,16
80	„	Gißibel	Berglage, Südwest	Ruländ. u. Burgund.	Weißherbst	27. 9.	91	—	1,09
81	„	Heuberg, Neuerweg	Westhang	Riesl., Elbl., Gutedel	Weiß	27. 9.	67	—	0,91
82	„	Sandhalden	Bergl., Südwesthang	Burgunder	Rot	27. 9.	84	—	1,21
83	Sulz	Dannenberg	„	Gemischt (Elbling, Riesl., etwas roter Burgunder)	Weiß	24. 9.	68	—	1,30
84	Friesenheim	Totmännle	Berglage, Nord	Riesling	„	23. 9.	74	—	1,01
85	Heiligenzell	Im Köpfle	„ Süd	Elbling	„	23. 9.	75	—	1,07
86	Oberschopfheim	Heimlinsberg	„ Südwest	Elbling, Räuschling	„	22. 9.	65	—	0,96
87	Niederschopfheim	—	Eben	Räuschling	„	23. 9.	74	—	1,06
88	Diersburg	—	Berg Süden	Burgunder	Rot	10. 10.	91	—	0,73
89	Zunsweier	Brand und Bruderberg	West	Rotedel, Räuschling und Elbling	Weißherbst	25. 9.	76	—	0,91
				VI. Weinbaugebiet nördlich der Kinzig bis zum Murgtal (Ortenau) (36 Proben).					
90	Gengenbach	Stirn	Berglage, Südost	Burgunder u. weiße Sorten gemischt	Weißherbst	28. 9.	77	—	0,75
91	„	Stollen	Ost	Räuschling, Elbling, Gutedel	Weiß	28. 9.	74	—	0,99
92	Ortenberg	Im Roth	Eben, schwacher Westhang	Roter Burgunder	Rot	29. 9.	91	—	0,98
93	Fessenbach	Steckenwäldle	Berglage, Südhang	Burgunder, Riesling	Weißherbst	27. 9.	92	—	0,81
94	„	Grundmättle	Eben, schwacher Südhang	Burgunder	Rot	27. 9.	90	—	0,89
95	Zell-Weierbach	Abtsberg	Südhang	„	„	28. 9.	90	—	0,70
96	Rammersweier	Grund	Schwach. Südwesthang	Riesling	Weiß	28. 9.	71	—	0,89
97	Durbach	Mühlberg	Südhang	—	„	15. 10.	80	—	0,78
98	„	--	Berglage, Ost	—	Weißherbst	15. 10.	82	—	0,82
99	Butschbach	—	Südhang	Burgund., Traminer	„	5. 10.	85	—	0,87
100	Oberkirch	—	Berglage, Nordwest	Gemischt	„	5. 10.	90	—	0,78
101	Gaisbach	—	„ Südsüdost	Burgunder	Rot	6. 10.	90	—	0,76
102	Ringelbach	Kastelberg	„ Südhang	Roter Burgunder und Ruländer	Weißherbst	12. 10.	94	—	0,70
103	Waldulm	—	Berglage, Südwest	Burgunder	Rot	17. 10.	100	—	1,03

Laufende Nr.	Gemarkung	Gewann	Lage	Traubensorte	Art des Mostes (Rot, Weiß usw.)	Tag der Einsendung	Spezifisches Gewicht des filtriert. Mostes bei 15° C.	In 100 ccm sind enthalten g	
								Alkohol	Freie Säure als Weinsäure berechnet
104	Kappelrodeck	Kappelberg	Südhang	Burgunder [1]	Rot	11. 10.	88	0,37	0,67
105	Ulm	—	Berg, Südhang	Riesling	Weiß	10. 10.	85	—	0,87
106	Oberachern	—	Südhang	Burgund., Ruländer	Weißherbst	28. 9.	73	—	0,77
107	Kappelwindeck	—	Eben	Elbling, Riesling	Weiß	8. 10.	82	—	0,94
108	Altschweier	Riedbosch	Südhang	Riesling	„	1. 10.	84	—	1,35
109	Bühlertal	Schadenbach und Hasenberg	—	Gemischt (Riesling, Sylvaner, Elbling)	„	4. 10.	80	—	1,01
110	Neusatz	Rickeberg	Schwacher Südhang	Burgunder, Elbl. [2]	Weißherbst	4. 10.	73	1,30	1,00
111	Eisental	—	Westhang	Riesling	Weiß	5. 10.	80	—	1,32
112	Neuweier	Büchelberg	Südhang	„	„	17. 10.	81	—	1,06
113	Varnhalt	Sommerhalde	Berglage, Südhang	„	„	14. 10.	84	—	0,83
114	Sinzheim	Altenberg	Südhang	„	„	17. 10.	81	—	1,06
115	Baden	Fremersberg	Südwesthang	Gutedel (Vorlese) [3]	„	28. 9.	83	—	0,87
116	„	„	„	Muskateller „ [3]	„	28. 9.	81	—	1,13
117	„	„	„	Sylvaner „ [4]	„	2. 10.	87	—	0,93
118	„	„	„	Gutedel (Nachlese)	„	15. 10.	84	—	0,77
119	„	„	„	Clevner, Ruländer	„	18. 10.	98	—	0,91
120	„	„	„	Roter Sylvaner	„	18. 10.	91	—	0,86
121	„	„	„	Traminer	„	19. 10.	95	—	0,66
122	„	„	„	Riesling (Auslese)	„	22. 10.	126	—	1,08
123	„	„	„	Riesling	„	28. 10.	88	—	0,90
124	„	„	„	„ [5]	„	29. 10.	86	0,75	0,82
125	Gernsbach	Igelbach	Südhang	„	„	15. 10.	79	—	1,04

VII. Weinbaugebiet nördlich der Murg bis zum Neckar (Mittelbaden) (31 Proben).

Laufende Nr.	Gemarkung	Gewann	Lage	Traubensorte	Art des Mostes (Rot, Weiß usw.)	Tag der Einsendung	Spezifisches Gewicht des filtriert. Mostes bei 15° C.	Alkohol	Freie Säure als Weinsäure berechnet
126	Ettlingen	Mittelberg	Berglage, Südhang	Burgunder	Rot	30. 9.	77	—	0,75
127	Grötzingen	—	„	Riesling	Weiß	22. 9.	81	—	1,14
128	Weingarten	Katzenberg	Südwesthang	Sylvaner, Elbling, wenig Müllerreben	Weißherbst	28. 9.	70	—	1,11
129	Obergrombach	Kehrberg	Berglage, Südhang	Blauer Gelbhölzer Sylvaner, Gutedel	„	28. 9.	78	—	0,94
130	„	Euschel	Schwach. Westhang	Bl. Gelbhölz. u. Ruländ.	„	28. 9.	74	—	1,25
131	Ubstadt	Altenberg	Eben	Portugieser	Rot	25. 9.	70	—	0,78
132	„	„	„	Riesling	Weiß	3. 10.	74	—	0,99
133	Ellmendingen	—	Südhang	Müller, Clevner	Rot	2. 10.	80	—	0,91
134	„	Klepberg	„	Müllerrebe	„	2. 10.	74	—	0,89
135	„	Buchert	„	Clevner, Müllerrebe	„	2. 10.	76	—	0,88
136	Dietlingen	Kaiser	Berglage, Südhang	Gemischt	Weiß	3. 10.	72	—	0,72
137	„	Bürkig	„ Südwesthang	„	„	3. 10.	67	—	1,11
138	Kürnbach	—	„ Westhang	Müller, Burgunder	Rot	2. 10.	83	—	1,06
139	Bahnbrücken	Berngasse	Südhang	Müllerrebe	„	24. 9.	74	—	0,78
140	Zaisenhausen	—	—	—	Weiß	24. 9.	83	—	1,13
141	Unteröwisheim	Brückberg	Südwesthang	Blauer Gelbhölzer	Rot	4. 10.	73	—	0,64

[1]) Ursprüngliches Mostgewicht 91,7°. [2]) Ursprüngliches Mostgewicht 86,3°. [3]) Faule und halbfaule Trauben. [4]) Faule und halbfaule Trauben, darunter ca. 1/8, welche vorzeitig welk wurden. [5]) Ursprüngliches Mostgewicht 93,5°.

Laufende Nr.	Gemarkung	Gewann	Lage	Traubensorte	Art des Mostes (Rot, Weiß usw.)	Tag der Einsendung	Spezifisches Gewicht des filtriert. Mostes bei 15° C.	In 100 ccm sind enthalten g	
								Alkohol	Freie Säure als Weinsäure berechnet
142	Zeuthern	—	Berglage, Südhang	Blauer Gelbhölzer	Rot	6. 10.	70	—	1,05
143	„	Witzelter	Schwachgeneigte Südl.	Riesling	Weiß	6. 10.	68	—	1,34
144	Malschenberg	Knos	Nordwesthang	Riesling mit etwas Elbling	„	29. 9.	66	—	1,41
145	Rauenberg	Eichelberg	Berglage, Nordosth.	Riesling	„	29. 9.	62	—	1,29
146	Wiesloch	Spitzenberg	„ Südhang	„	„	11. 10.	76	—	0,80
147	„	Kochmäntel	„ Westhang	Gutedel	„	15. 10.	70	—	0,61
148	Rohrbach	Götzenberg	Westhang	Sylvaner, Elbling	„	28. 9.	73	—	1,07
149	Weiler	Steinsberg	Berglage, Nordwesthang	Müllerreben, Riesl., Sylvaner, Gutedel	Weißherbst	6. 10.	69	—	1,35
150	Hilsbach	Eichelberg	—	Müllerreben, etwas Gutedel u. Putzscheere	„	3. 10.	71	—	0,89
151	Tiefenbach	Spiegelberg	Berglage, Südhang	Gemischt	Weiß	1. 10.	66	—	0,95
152	Landshausen	—	„ Osthang	Müllerrebe	„	28. 9.	76	—	1,12
153	Gemmingen	Reuenberg	Südhang	Gemischt. Gewächs	„	5. 10.	71	—	1,13
154	Schluchtern	Grafenberg u. Schladt	Berglage, Süd- u. Nordhang	Riesling, Sylvan. (1/2)	„	11. 10.	76	—	0,89
155	Heinsheim	Sommerhalde	Berglage, Südhang	Gemischt	„	12. 10.	73	—	1,05
156	Neckarzimmern	—	„ Südwesthang	„ [1])	„	15. 10.	—	7,51	0,83
VIII. Nordbaden, östlich vom Neckar (Taubertal u. Nebentäler (27 Proben).									
157	Neudenau	Algbrunnen	Berglage, Nord	Riesling, Sylvaner, Gutedel, Elbling, weißer Burgunder	Weiß	7. 10.	75	—	1,14
158	Winzenhofen	Kufenberg	„ Südhang	Gutedel, Sylvaner, Fleischtraube	„	13. 10.	71	—	0,72
159	„	Weiertsteige	Südhang	Gutedel, Sylvaner, Elbling	„	13. 10.	70	—	0,72
160	Klepsau	Heiligenberg u. Langenweinberg	Berglage, Nordosth.	Gutedel, Sylvaner	„	14. 10.	74	—	0,88
161	Unterbalbach	—	—	„	„	18. 10.	77	—	0,72
162	Oberbalbach	—	—	„	„	18. 10.	71	—	0,88
163	Königshofen	—	Berglage, Nordosth.	„	„	18. 10.	71	—	0,60
164	Sachsenflur	Kailberg	Südhang	„	„	18. 10.	79	—	0,92
165	„	Verschied. Lagen	Verschiedene Lagen	„	„	20. 10.	73	—	0,80
166	Oberschüpf	Euberg	Berglage, Osthang	„	„	18. 10.	65	—	0,66
167	„	Remsberg, Altenbg.	„ Südwesthang	—	„	18. 10.	63	—	0,67
168	Beckstein	—	—	—	„	18. 10.	70	—	0,84
169	Lauda	—	—	—	„	18. 10.	73	—	0,72
170	Oberlauda	—	—	—	„	18. 10.	75	—	0,85
171	Gerlachsheim	—	Berglage, Westhang	Gutedel	„	18. 10.	70	—	0,66
172	Marbach	—	—	—	„	18. 10.	75	—	0,67
173	Distelhausen	Eichelberg	Berglage, Nordwesthang	Gutedel, Sylvaner	„	14. 10.	67	—	0,93
174	Dittigheim	Framberg	„ Südhang	„	„	17. 10.	67	—	0,76
175	Tauberbischofsh.	Hottenloch	„ Westhang	„	„	14. 10.	74	—	0,64
176	Dittwar	—	„ Osthang	„	„	18. 10.	73	—	0,98
177	Königheim	Langenhelle	Südhang	Sylvaner	„	17. 10.	82	—	0,90

[1]) Ursprüngliches Mostgewicht 75°.

Laufende Nr.	Gemarkung	Gewann	Lage	Traubensorte	Art des Mostes (Rot, Weiß usw.)	Tag der Einsendung	Spezifisches Gewicht des filtriert. Mostes bei 15° C.	In 100 ccm sind enthalten g: Alkohol	In 100 ccm sind enthalten g: Freie Säure als Weinsäure berechnet
178	Hardheim	Schlei u. Ärmelloch	Berglage, Südwest.	Sylvaner, Gutedel	Weiß	12. 10.	70	—	0,99
179	Hochhausen	Allenstein	Westhang	Gutedel	„	18. 10.	65	—	0,89
180	Werbach-hausen	Emmental u. Helmental	—	Überwieg. Gutedel, etwas Sylvaner	„	15. 10.	73	—	0,69
181	Brombach	Kemelrain	Südhang	Gutedel, Sylvaner	„	21. 10.	67	—	0,71
182	Waldenhausen	—	Osthang	„ Elbling	„	18. 10.	65	—	0,74
183	Dertingen	Neuenberg	Berglage, Südhang	Gutedel mit etwas Sylvaner	„	15. 10.	75	—	0,77

IX. Bergstrasse (nördlich vom Neckar (8 Proben).

Laufende Nr.	Gemarkung	Gewann	Lage	Traubensorte	Art des Mostes	Tag der Einsendung	Spez. Gewicht	Alkohol	Freie Säure
184	Heidelberg	Gaisbergweg	Berglage, Westhang	Riesling	Weiß	28. 9.	72	—	1,06
185	Handschuhs-heim	Steinach	„	Sylvaner, Gutedel, Rotelbling	„	28. 9.	64	—	0,85
186	Schriesheim	Vohbach	Westhang	80% Sylvaner, sonst Veltliner, Ortlieber, Elbling, Riesling	„	2. 10.	74	—	0,84
187	Lützelsachen	Schmittberg	—	Burgunder	Rot	29. 9.	85	—	0,92
188	„	Häuselsberg	Berglage, Südhang	Riesling	Weiß	6. 10.	84	—	0,98
189	„	Kellersberg	„ Südwesth.	Burgunder	Rot	7. 10.	91	—	1,00
190	Weinheim	Hubberg	„ „	Riesling	Weiß	14. 10.	89	—	0,77
191	Sulzbach	Kehrweg	Osthang	Gutedel, Riesling	„	25. 9.	72	—	0,81

Eine andere Übersicht der beobachteten Werte, nach Gruppen geordnet, bietet Tabelle X.

Tabelle X.

Weinbaugebiet	Grad Oechsle					Säuregehalt (g Weinsäure in 100 ccm)											
	60—69	70—79	80—89	90—99	100° und darüber	0,4—0,49	0,5—0,59	0,6—0,69	0,7—0,79	0,8—0,89	0,9—0,99	1,0—1,09	1,1—1,19	1,2—1,29	1,3—1,39	1,4—1,49	1,5—1,59
I. Seeweine (14)	7	4	2	1	—	—	—	—	—	—	1	2	5	3	1	1	1
II. Waldshut (1)	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—
III. Markgräfler (28)	1	14	13	—	—	1	3	4	14	2	2	2	—	—	—	—	—
IV. Kaiserstuhl (28)	7	12	9	—	—	—	1	4	2	2	12	5	1	1	—	—	—
V. Breisgau (18)	4	8	2	4	—	—	—	1	2	—	4	7	2	1	1	—	—
VI. Ortenau (36)	—	5	17	12	2	—	—	2	8	10	6	7	1	—	2	—	—
VII. Mittelbaden (31)	6	21	4	—	—	—	—	2	4	6	4	4	6	2	2	1	—
VIII. Taubertal u. Nebentäler (27)	7	19	1	—	—	—	—	7	8	6	5	—	1	—	—	—	—
IX. Bergstraße (8)	1	3	3	1	—	—	—	—	1	3	2	2	—	—	—	—	—
Insgesamt (191)	33	87	51	18	2	1	4	20	39	29	36	29	17	7	6	2	1

158 = 82,7% (70—79 bis 100° und darüber)

62 = 32,5% (1,0—1,09 bis 1,5—1,59)

Gegenüber den Vorjahren ist die bessere Qualität unverkennbar. Mostgewichte unter 60°, im Vorjahre bei 43 (= 22,75 %) der Proben vorhanden, kommen gar nicht vor. Mostgewichte von 70° und darüber haben im Jahre 1904 158 von 191 Proben (= 82,7 %) gegen 88 von 189 im Jahre 1903 (= 46,6 %). Einen Säuregehalt über 1 % zeigen nur 62 Weine (= 32,5 %) gegenüber 102 (= 54 %) im Vorjahre. Dabei ist zu bemerken, daß bei der Bitte um Proben ausdrücklich nur mittlere und geringe Moste erbeten wurden. Ein unberechtigtes Vorwalten der besseren Moste unter den untersuchten ist schon deshalb nicht anzunehmen.

Hohe Säuregehalte sind insbesondere bei den Seeweinen beobachtet, was sich durch die dort gebauten Traubensorten und die Höhenlage des Seegebietes wohl erklärt. Für die hohen Säuregehalte in Breisgauer und mittelbadischen Mosten ist auch wohl vornehmlich die Sorte verantwortlich zu machen. In den mittelbadischen Mosten spielt der Riesling die Rolle, welche bei den anderen die Quantitätssorte Elbling spielt.

Durch die Zahl der Möste von hohem spezifischen Gewichte zeichnet sich, wie immer, die Ortenau aus. Bei einer Rieslingauslese des Klosterguts Fremersberg ist dort das Mostgewicht 126 erreicht. Von 36 Ortenauer Mosten erreichen bezw. überschreiten 14 das Mostgewicht 90, eine Grenze, die nur von 6 anderen Mosten erreicht wird.

Anbaugebiete mit sehr gemischtem Rebsatz, wie insbesondere Mittelbaden und der Breisgau, aber auch die Ortenau und das Gebiet des Kaiserstuhls, zeichnen sich naturgemäß durch eine große Variationsbreite des Säuregehaltes aus, während beim Markgräfler- und Taubergebiet, entsprechend der Gleichförmigkeit des Satzes, dort Gutedel und Elbling, ersterer weit vorwaltend, hier Gutedel und Sylvaner in gemischtem Satz, der Säuregehalt weniger variiert. Beim Mostgewicht ist das allerdings weniger scharf zu beobachten.

Es ist wohl unnötig, darauf hinzuweisen, daß Mostgewicht und Säuregehalt keineswegs die ausschlaggebenden Kriterien für die Qualität eines Mostes sind. Nur wo ein und dieselbe Traubensorte verglichen wird, da ist das wohl der Fall. Wo aber verschiedene Rebsorten vorliegen, da wäre die Beurteilung nach Mostgewicht und Säuregehalt direkt falsch. Ein Rieslingmost z. B. wird, auch bei höherem Säuregehalt, immer einen besseren Wein liefern als ein Elblingmost.

Eine kleine Anzahl Moste derselben Reben sind in allen drei Jahren 1902, 1903 und 1904 untersucht, eine größere Anzahl in den beiden Jahren 1903 und 1904. Die nachstehende Tabelle XI gibt über Mostgewicht und Säuregehalt in den drei Jahren Auskunft und ermöglicht einen Vergleich.

Infolge des Auftretens der Traubenfäulnis neigen die 1904er Jungweine, wie bereits die Erfahrung gelehrt hat, vielfach zum Braun- (Rahn- oder Rohn-) werden, einem Übel, das sich in der Mehrzahl der Fälle durch starkes Einbrennen beim ersten Ablassen mit Erfolg heben lassen wird.



Tabelle XI.

Ort	Traubensorte	1902		1903		1904	
		Mostgewicht ° Oechsle	Säuregehalt (g Weinsäure in 100 ccm)	Mostgewicht ° Oechsle	Säuregehalt (g Weinsäure in 100 ccm)	Mostgewicht ° Oechsle	Säuregehalt (g Weinsäure in 100 ccm)
Hilzingen	Bodenseeburgunder	—	—	69	1,48	67	1,12
Oehningen	Weißelbling	—	—	50	1,68	65	1,18
Meersburg	Ruländer	—	—	88	1,02	92	0,95
Hagnau	Weißelbling	55	1,67	52	1,46	62	1,19
Grenzach	Gutedel	—	—	75	0,75	78	0,84
Weil	„	—	—	75	0,54	80	0,77
Pfaffenweiler	„	73	1,03	79	0,77	81	0,47
St. Georgen	„	—	—	79	0,60	86	0,50
Bahlingen	Elbling, Kläpfer	—	—	55	1,42	69	1,03
Sasbach	Gemischt	—	—	80	1,35	87	0,62
Bischoffingen	Sylvaner mit etwas Ruländer	—	—	77	1,01	81	0,81
Ihringen	Gutedel, Ruländer, Sylvaner bl. Burgunder	78	1,00	86	0,69	87	0,52
„	Vorherrschend Gutedel, daneben Ruländer und bl. Burgunder	—	—	76	0,60	79	0,63
Ettenheim	Ruländer, bl. Burgunder	—	—	78	0,69	84	1,21
Gengenbach	Burgunder, Ruländer und etwas Gutedel	—	—	81	1,08	77	0,75
„	Räuschling, Elbling, Gutedel	62	1,37	61	0,99	74	0,99
Ortenberg	Rote Burgunder	—	—	93	1,20	91	0,98
Zell-Weierbach	„	85	1,15	93	1,03	90	0,70
Ringelbach	Ruländer, rote Burgunder	80	1,24	95	0,90	94	0,70
Gaisbach	Rote Burgunder	—	—	92	0,66	90	0,76
Waldulm	Burgunder, rot	86	1,23	84	0,85	100	1,03
Eisental	Riesling	—	—	73	1,36	80	1,32
Varnhalt	„	—	—	84	0,84	84	0,83
Klostergut Fremersberg	Gutedel	74	1,08	77	0,76	84	0,77
„	Ruländer	—	—	95	0,97	98	0,91
„	Traminer	—	—	77	0,61	95	0,66
„	Riesling, Auslese	—	—	87	1,04	126	1,08
Sinzheim	Riesling	—	—	68	1,27	81	1,06
Gernsbach	„	—	—	80	1,04	79	1,04
Weingarten	Elbling, Gutedel, Trollinger, Sylvaner, Riesling	—	—	55	1,40	70	1,11
Obergrombach	Räuschling, Sylvaner, Elbling	—	—	53	1,33	78	0,94
Ellmendingen	Clevner, Müllerrebe	—	—	63	1,26	80	0,91
Wiesloch	Riesling	—	—	64	1,08	76	0,80
„	Gutedel	—	—	70	0,78	70	0,61
Hilsbach	Müllerrebe, wenig Gutedel, Putzscheere	—	—	55	1,23	71	0,89
Neudenau	Riesling, Sylvaner, Gutedel, Elbling, weiß Burgunder	57	1,27	62	1,27	75	1,14
Winzenhofen	Gutedel, Sylvaner, Fleischtraube	—	—	65	0,75	71	0,72
Lützelsachsen	Rote Burgunder	89	0,88	76	1,15	85	0,92

IV. Untersuchungen und Versuche in den eigenen Reben der Anstalt.

In dem von der Versuchsanstalt bewirtschafteten, bereits im vorigen Berichte[1]), erwähnten Rebstück, in dem unter den vorherrschenden Sorten Elbling, Sylvaner, Gutedel und Burgunder eine Anzahl anderer Sorten in mehr oder minder zahlreichen Stöcken vertreten ist, wurden gesondert gelesen und gekeltert die Sorten Elbling, Sylvaner, Portugieser, Ruländer, Gutedel und Burgunder.

Es ist bereits im vorjährigen Berichte erwähnt, daß die Exposition des Stückes keineswegs eine gute ist. Überdies ist die Lage den Strahlfrösten sehr ausgesetzt. Der Temperaturfall im September hat dort auch die Belaubung des Sylvaner ziemlich stark geschädigt. Der Behang war ein sehr reicher. Allerdings war eine genaue Bestimmung des Ertrags nicht tunlich, da die dazu nötigen Räume und Gelegenheiten der Anstalt zur Zeit noch mangeln. Es handelt sich also nur um Schätzung nach dem Eindruck der Reben auf das Auge.

Die Reben waren durchaus gesund. Oïdium ist überhaupt nicht aufgetreten. Die Reben wurden allerdings auch wiederholt geschwefelt. Die im Juni zuerst bemerkte Peronospora ist durch die Witterung, sowie durch wiederholtes Bespritzen mit Kupferkalkbrühe so sehr eingeschränkt, daß sie praktische Bedeutung durchaus nicht erlangt hat. Nur der Sauerwurm war häufig zu finden und hat im Verein mit der Witterung des September und Oktober das Faulen zahlreicher Trauben und Beeren herbeigeführt.

Bei der Lese wurden gesunde und faule Beeren auseinandergehalten und für sich frisch abgepreßt. Die Untersuchung der Moste einerseits aus gesunden, anderseits aus faulen Beeren derselben Stöcke mußte Auskunft geben über den Einfluß der von Botrytis cinerea, dem Traubenschimmel, hervorgerufenen Fäulnis auf die Zusammensetzung des Mostes.

Ferner wurde am 15. September eine Anzahl von Stöcken jeder Sorte entblättert, d. h. die Bogrebe mit den tragenden, schon früher eingekürzten Trieben wurde der Blätter vollständig beraubt, so daß die Trauben vollständig unbeschützt und frei dahingen. Es sollte der Einfluß dieses Freistellens der Trauben geprüft werden, das in Südfrankreich in neuerer Zeit vielfach empfohlen und ausgeführt wird, um die großen Verluste durch Traubenfäulnis zu vermeiden, die seit der allgemeinen Einführung des Anbaues gepfropfter Reben alljährlich aufzutreten pflegt und große Schädigungen des Ertrages verursacht. Man geht davon aus, daß die freigestellten Trauben schneller abtrocknen als die im dichten Blätterwalde hängenden, und daß infolgedessen der Traubenschimmel weniger günstige Bedingungen zu seinem Gedeihen findet.

Auch bei unserem Versuche hat das Entblättern der Tragreben die Traubenfäulnis entschieden vermindert. Der Versuch wurde durchgeführt bei den Sorten Elbling, Sylvaner, Ruländer, Gutedel und Burgunder. Zur Mostgewinnung wurden die gesunden Trauben bezw. Beeren verwendet. Dementsprechend muß der Most der

[1]) Ergebnisse der Moststatistik für 1903. Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte XXII, 1904, 3, S. 155.



entblätterten Reben mit dem aus den gesunden Trauben der beblätterten Stöcke gewonnenen verglichen werden.

Geherbstet wurde am 13. Oktober.

Das Ergebnis der Mostuntersuchungen, bei denen außer dem Mostgewicht und Säuregehalt auch der Aschengehalt des Mostes bestimmt wurde, ist in der nachstehenden Tabelle XII niedergelegt. Vorausgeschickt sei derselben noch mit Rücksicht auf die Bestimmung der Mineralstoffe, daß der Boden, auf dem die Reben stocken, ein kalkreicher Lößlehm von geringer Mächtigkeit ist, der auf Buntsandstein lagert. Gedüngt wurde im Herbst 1903 mit Stallmist.

Tabelle XII.

Traubensorte	Beblätterte Stöcke						Entblätterte Stöcke		
	Faule Beeren			Gesunde Beeren			Gesunde Beeren		
	Mostgewicht ° Oechsle	Säuregehalt g Weinsäure in 100 ccm	Mineral-bestandteile g in 100 ccm	Mostgewicht ° Oechsle	Säuregehalt g Weinsäure in 100 ccm	Mineral-bestandteile g in 100 ccm	Mostgewicht ° Oechsle	Säuregehalt g Weinsäure in 100 ccm	Mineral-bestandteile g in 100 ccm
Elbling	70	1,22	0,340	60	1,28	0,329	61	1,19	0,259
Sylvaner	69	1,17	0,396	65	1,19	0,321	67	0,86	0,246
Portugieser	83	0,96	0,559	72	0,79	0,355	—	—	—
Ruländer	84	0,98	0,454	84	0,92	0,364	79	0,96	0,283
Gutedel	71	1,00	0,407	70	0,79	0,324	66	0,78	0,263
Burgunder	80	1,02	0,396	81	1,03	0,305	82	0,89	0,305

Was die Einwirkung der Fäulnis angeht, so bestätigen die Untersuchungen zunächst die bekannte Tatsache[1]), daß der Most fauler Trauben reicher ist an Aschenbestandteilen als der gesunder Trauben. Die Anreicherung beträgt im allgemeinen ca. $^1/_4$ der im Most gesunder Trauben vorhandenen Menge, einmal sogar mehr als die Hälfte, ist dagegen einmal (beim Elbling) sehr gering, kaum in Betracht kommend. Die Regel findet indessen in den in der Tabelle mitgeteilten Ergebnissen eine Bestätigung.

Unbekannt ist, wodurch diese Anreicherung des Mostes aus faulen Beeren im einzelnen Falle zustande kommt. Gewiß wirkt dabei mit der Umstand, daß durch die Einwirkung des Fäulnispilzes die Häute der faulen Beeren bereits getötet sind, daher die in ihnen gelösten Stoffe, auch Mineralstoffe, sofort und leicht nach außen abgeben, während die lebende Zelle ihre Inhaltsbestandteile festhält. Auf denselben Umstand ist ja auch der höhere Aschengehalt solcher Weine, die auf den Trestern angegoren waren, z. B. Rotweine, wenigstens zum Teil zurückzuführen. Ferner wäre daran zu denken, daß durch das Absterben der Beerenhaut die Verdunstung des Wassers aus der Beere eine Steigerung erfährt. Dadurch kann einmal der Beerensaft eingedickt, und damit eine prozentische Erhöhung seines Mineralstoffgehaltes herbeigeführt werden, der nicht, wie die organischen Stoffe, tiefgreifenden Veränderungen

[1]) Windisch, Bericht der kgl. Lehranstalt für Wein-, Obst- und Gartenbau zu Geisenheim a. Rh. für das Etatsjahr 1903. Berlin 1904, S. 144.

durch den Pilz unterliegt. Weiter aber wird dadurch, solange der Beerenstiel noch gesund und leitungsfähig ist, der Wasserzustrom aus Holz und Wurzeln zu den Beeren ein größerer und mit dem Wasserzufluß auch die Zufuhr der im Wasser gelösten Mineralstoffe, die sich in den Beeren dann anhäufen müssen. Andrerseits kann allerdings die faule Beere auch Mineralstoffe verlieren, indem solche durch den Pilz festgelegt oder durch atmosphärische Niederschläge ausgelaugt werden. Der wirkliche Gehalt wird die Resultante aller dieser Einflüsse sein, und so kann es nicht wundernehmen, wenn nicht immer die Regel: Erhöhung des Mineralstoffgehaltes in faulen Beeren, zutrifft.

Sehr unregelmäßig verhalten sich beim Faulen der Beeren Mostgewicht und Säuregehalt. Bald erfahren sie, und zwar unabhängig von einander, eine Steigerung, bald eine Verminderung. Beim Elbling ist durch die Fäulnis das Mostgewicht außerordentlich gesteigert, ohne daß der Säuregehalt wesentlich vermindert wäre. Beim Portugieser sind durch die Fäulnis Mostgewicht und Säuregehalt ziemlich gleichmäßig gesteigert. Bei allen anderen Sorten ist das Mostgewicht, beim Sylvaner, Ruländer und Burgunder auch der Säuregehalt ziemlich gleich geblieben, der beim Gutedel nicht unbeträchtlich zugenommen hat (um $^1/_4$ der ursprünglichen Menge). Eine eigentliche Edelfäule[1]), bei der der prozentische Zuckergehalt der faulen Beeren zu-, der prozentische Säuregehalt aber abnehmen sollte, ist also nirgends eingetreten. Nur beim Elbling und, allerdings noch weniger, beim Portugieser, kommt die Wirkung der Fäulnis der der Edelfäule insofern nahe, als durch Eindickung des Beereninhaltes infolge der Verdunstung der Zuckergehalt, gemessen durch das Mostgewicht, wesentlich gesteigert ist, ohne daß, wenigstens beim Elbling, infolge der säureverzehrenden Wirkung des Fäulnispilzes die Säure eine gleiche Anhäufung erfahren hätte. Dagegen sind beim Portugieser augenscheinlich Zucker und Säure ziemlich gleichmäßig vom Pilz verbraucht worden, und als Resultante dieses Verbrauchs einerseits und der Konzentration durch Wasserverlust andrerseits hat sich ein gleichmäßiges Anwachsen des Zucker- und Säuregehaltes eingestellt. Auch für das Verhalten der anderen Traubensorten ist wohl neben der mehr weniger weitgehenden Konzentration des Beerensaftes durch die Wasserverdunstung das relative Verhältnis zwischen Zucker- und Säureverbrauch seitens des Pilzes verantwortlich zu machen. Je nach den vorliegenden Umständen wird dieses Verhältnis und damit auch das Ergebnis der Fäulnis, der Einwirkung der Botrytis auf den Zucker- und Säuregehalt des Beerensaftes, ein sehr verschiedenes sein können und müssen[2]).

Von Interesse ist die Einwirkung des vorzeitigen Entblätterns der Trauben auf den Gehalt des Traubensaftes an Aschenbestandteilen. Von den 5 in dieser Richtung geprüften Sorten zeigen vier (Elbling, Sylvaner, Ruländer, Gutedel) einen wesentlich geringeren Aschengehalt des Mostes aus den Trauben der entblätterten Reben. Der-

---

[1]) Müller-Thurgau, Die Edelfäule der Trauben. Thiels landw. Jahrbücher. Bd. 17, 1888, S. 83 ff.

[2]) Wortmann, Über die in diesem Herbste stellenweise eingetretene Rohfäule der Trauben. Mitteilungen über Weinbau und Kellerwirtschaft. 1901, XIII, Nr. 11 und 12.

selbe steht um ca. 1/5, 21,5 % mit einem Minimum von 18,8 % (Gutedel) und einem Maximum von 23,4 % (Sylvaner), hinter dem Aschengehalt des Traubensaftes der normal beblätterten Reben zurück. Nur der Burgunder macht eine Ausnahme. Bei ihm sind die Aschengehalte der Moste von vorzeitig entblätterten Reben und solchen, denen ihr Blätterkleid belassen war, vollständig gleich.

Das Verhalten der entblätterten Burgunder warnt von vornherein vor der sonst naheliegenden Annahme einer gesetzmäßigen Wirkung des Entblätterns in der Richtung, daß dadurch der Mineralstoffgehalt des Traubensaftes herabgesetzt würde, obwohl eine solche Wirkung keineswegs unverständlich wäre. Die Fortnahme der Blätter, der hauptsächlichen Transpirationsorgane, setzt zweifellos den Wasserverlust der Tragreben und damit auch die Einströmung von Wasser in dieselben außerordentlich herab; da mit dem Transpirationsstrom auch die Aschenbestandteile einwandern, so wird auch deren Menge durch die Unterbindung des Transpirationsverlustes eingeschränkt, und als Folge würde sich dann das Defizit an Aschenbestandteilen in der entblätterten Jungrebe bezw. in Teilen dieser, den Trauben, wohl verstehen lassen. Es sei auch daran erinnert, daß erfahrungsgemäß die Moste und Weine solcher Reben, welche stark von der Peronospora befallen waren, arm an Mineralstoffen zu sein pflegen. Die Peronospora führt aber vorzeitigen Blattfall herbei, tut also dasselbe, was in obigem Falle die Hand des Versuchsanstellers an einem Teil der Versuchsreben getan hat.

Würde sich durch weitere Versuche, die in Aussicht genommen sind, bestätigen, daß die vorzeitige Entblätterung der Jungreben einen geringeren Aschengehalt des Traubensaftes zur Folge hat, so wäre damit die bereits mehrfach beobachtete Wirkung der Peronospora auf den Aschengehalt des Weines auf ein allgemeines Prinzip zurückgeführt. Es ließe sich dann erwarten, daß alle Schädigungen, welche vorzeitigen Laubfall, Entblätterung herbeiführen, wie roter Brenner oder Springwurm, ähnliche Folgen für den Aschengehalt des Mostes und Weines hätten.

Das Verhalten der Burgunderreben bei unserem Versuch widerspricht der Annahme von der Wirkung des Entblätterns in der Richtung auf Herabsetzung des Mineralstoffgehaltes keineswegs unbedingt. Es kann sich ja um zufällige Unterschiede der Stöcke handeln, infolge deren trotz der tatsächlich eingetretenen Depression des Aschengehaltes bei den entblätterten Stöcken noch immer ein dem Most der an sich aschenarmen Stöcke gleichen Mineralstoffgehalt resultiert haben könnte.

Die Versuche sollen im kommenden Jahre wieder aufgenommen, dabei aber zur Zeit der Entblätterung der Aschengehalt des Traubensaftes festgestellt werden. Auch der Stickstoffgehalt wird dann in Berücksichtigung gezogen werden.

Auf das Mostgewicht und den Säuregehalt hat das vorzeitige Entblättern kaum eingewirkt. Nur beim Ruländer und Gutedel erreicht eine Herabminderung des Mostgewichtes überhaupt merkliche Werte. In den anderen Fällen sind die Mostgewichte gleich. Auch der Säuregehalt ist ziemlich gleich, nur beim Sylvaner wesentlich geringer im Moste der entblätterten Reben. Ähnlich, nur von geringerem Grade ist der Unterschied beim Burgunder. Im Mittel aller Sorten sind Mostgewicht

und Säuregehalt bei den beblätterten Reben 72° bezw. 1,04 g Weinsäure in 100 ccm, bei den vorzeitig entblätterten Reben 71° bezw. 0,94 g.

Anscheinend hat also die vorzeitige Entblätterung der Traubenreife nicht geschadet. Es hängt das wohl damit zusammen, daß zur Zeit der Entblätterung die Trauben bereits einen hohen Reifegrad erreicht hatten. Vielleicht ist aber auch ein Einschrumpfen der Beeren infolge des Freistellens an dem Zustandekommen des hohen Mostgewichtes bei den entblätterten Reben nicht unbeteiligt. Die Abnahme des Säuregehaltes bei denselben braucht nicht im Widerspruch damit zu stehen, da sie auf besonderen Stoffwechselprozessen beruhen könnte. Es schien allerdings, als ob die Beeren der vorzeitig entblätterten Reben im Durchschnitt hinter denen der normal beblätterten Stöcke an Größe zurückständen. Darauf wird in Zukunft größeres Augenmerk zu richten sein.

Weiter wird zu verfolgen sein, ob nicht die Entblätterung der Holzreife schadet. An den Reben sind im Herbst zwei wesentlich in Betracht kommende Zielpunkte der Stoffbewegung, der Zuckerwanderung vorhanden, das Speichergewebe der Triebe und die Traubenbeeren. Stehen nur geringe Mengen von Zucker zur Verfügung, wie das bei entblätterten Stöcken der Fall sein muß, so wird derjenige Teil notleiden müssen, welcher das schwächere Anziehungszentrum bildet. Nach den Ergebnissen des Versuchs liegt es nahe, die Traubenbeeren für die stärkere Partei im Konkurrenzkampf um den Zucker zu halten.

Ob die Moste aus den gesunden Trauben der normal belaubten Stöcke im Aschengehalt infolge der Trockenheit hinter niederschlagsreicheren Jahren zurückstehen, bleibt ungewiß, da aus früheren Jahren Aschenbestimmungen in den Mosten der Versuchsreben nicht vorliegen.

Die Tabelle XIII erlaubt einen Vergleich zwischen der Mostqualität gesunder Trauben der Versuchsreben in den Jahren 1903 und 1904.

Tabelle XIII.

Augustenberger Reben.

Sorte	1903		1904	
	Mostgewicht ° Oechsle	g Säure (Weinsäure) in 100 ccm	Mostgewicht ° Oechsle	g Säure (Weinsäure) in 100 ccm
Elbling	56	1,50	60	1,28
Sylvaner	62	1,35	65	1,19
Gutedel	64	1,13	70	0,79
Burgunder	64	1,35	81	1,03

Auch aus dieser Tabelle geht die Überlegenheit des Jahrgangs 1904 deutlich hervor.

6. Hessen.

A. Rheinhessen.

Bericht des chemischen Untersuchungsamtes Mainz. Prof. **Dr. Mayrhofer.**

Die Witterungsverhältnisse des Jahres 1904 berechtigten zu den weitgehendsten Hoffnungen in bezug auf Menge und Güte des Jahrganges. Leider setzte, durch das ungünstige Septemberwetter bedingt, eine ziemlich heftige Traubenfäule ein, welche sich zwar nicht zur Rohfäule entwickelte, immerhin aber eine erhebliche Verminderung des Ernteertrages veranlaßte.

Die Qualität der 1904er Moste ist als eine gute zu bezeichnen, das durchschnittliche Mostgewicht liegt zwischen 70 und 90° Oechsle, der Säuregehalt zwischen 7 und 12 ‰, doch finden sich auch zuckerärmere Moste, ebenso wie Moste mit 5—6 ‰ Säure einerseits und 15—16 ‰ Säure anderseits.

In vielen Fällen sind die Unterschiede im Mostgewicht und Säuregehalt selbst gleicher oder ähnlicher Lagen auf die Einwirkung der Lesewitterung und auf die Lesezeit zurückzuführen. Die infolge der eingetretenen Traubenfäule zuerst und bei meist feuchtem Wetter geherbsteten Trauben lieferten Moste mit geringerem Mostgewicht und Säure als die der Spätlesen bei trockener Witterung.

Die Gärung setzte rasch ein und verlief normal, so daß die Weine des Jahrganges 1904 zu den besseren der letzten Jahre zu zählen sind, wenn auch der Jahrgang 1903 nicht erreicht werden dürfte.

Rheinhessische Moste des Jahres 1904.

Laufende Nr.	Gemarkung und Lage	Bodenart und Düngung	Traubensorte	Beobachtete Krankheiten und Schädlinge. Mittel, die dagegen angewendet wurden	Zeit der Lese und Beschaffenheit der Trauben (Art der Fäule)	Klimatische Verhältnisse, die etwa auf die Trauben eingewirkt haben	Art des Mostes (Rotwein, Weißwein, Schillerwein)	Spez. Gewicht des filtr. Mostes bei 15° C. (Grade nach Oechsle)	In 1000 ccm sind enthalten g: Alkohol	Freie Säuren	Mineralbestandteile
	Albig										
1	Albiger Grund	Schwerer Boden	Gemischt	—	18. X.	—	Weiß	62,2	—	11,7	—
2	Rumelberg (gut)	„	Österreicher	—	13. X.	—	„	69,3	—	6,9	—
3	Alenborn (mittel)	—	Gemischt	—	13. X.	—	„	72,2	—	9,5	—
4	Anweit (gering)	—	Österreicher	—	18. X.	—	„	67,6	—	12,3	—
	Alsheim										
5	—	—	—	—	26. IX.	—	„	73,0 korr.	—	7,3	—
6	Goldberg (2)	—	Österreicher	—	9. X.	—	„	86,0	—	7,5	—
7	Goldberg (2)	—	„	—	11. X.	—	„	93,0	—	6,9	—
8	Donau (2)	—	„	—	14. X.	—	„	93,0	—	6,3	—
9	Bey (2)	—	„	—	15. X.	—	„	87,0	—	7,2	—
10	Frühmeß (2)	—	„	—	15. X.	—	„	87,0	—	6,3	—
11	Römerberg (2)	—	„	—	16. X.	—	„	80,0	—	7,3	—
	Alzey										
12	Krumm (mittel)	Kies	„	—	13. X.	—	„	74,4	—	9,6	—
13	Weißfeld (mittel)	Schw. Boden	Gemischt	—	13. X.	—	„	76,9	—	7,05	—
14	Tal (mittel)	Letten	„	—	13. X.	—	„	70,4	—	7,95	—

(1) Laut gefälliger Mitteilung des Großhl. Domänenrat Herrn E. Mayer, Mainz.
(2) Laut gefälliger Mitteilung der Großhl. Direktion der Wein- und Obstbauschule in Oppenheim.
(3) Laut gefälliger Mitteilung des Chemischen Untersuchungsamtes Worms.

Laufende Nr.	Gemarkung und Lage	Bodenart und Düngung	Traubensorte	Beobachtete Krankheiten und Schädlinge. Mittel, die dagegen angewendet wurden	Zeit der Lese und Beschaffenheit der Trauben (Art der Fäule)	Klimatische Verhältnisse, die etwa auf die Trauben eingewirkt haben	Art des Mostes (Rotwein, Weißwein, Schillerwein)	Spez. Gewicht des filtr. Mostes bei 15° C. (Grade nach Oechsle)	In 1000 ccm sind enthalten g		
									Alkohol	Freie Säuren	Mineral-bestandteile
	Bingen										
15	Unt. d. Rochusberg (1)	—	Österreicher	—	5. X.	—	Weiß	90,6	—	8,0	—
16	Mainzerweg (1)	—	„	—	6. X.	—	„	95,4	—	8,6	—
17	Ohlisberg (1)	—	„	—	8. X.	—	„	93,8	—	7,2	—
18	„	—	Riesling	—	9. X.	—	„	90,0	—	10,4	—
19	Mainzerweg (1)	—	„	—	9. X.	—	„	94,4	—	11,0	—
20	Vordere Eisel (1)	—	Österreicher	—	10. X.	—	„	99,0	—	7,0	—
21	„	—	Riesling	—	20. X.	—	„	105,0	—	10,2	—
	Bodenheim										
22	Westrum	Letten	Österreicher	—	13. X.	—	„	91,9	—	7,8	—
23	Ober-Westrum	—	„	—	21. X.	—	„	94,1	—	8,02	—
24	Neuberg (2)	—	„	—	18. X.	—	„	95,0	—	7,5	—
25	Sandkaut (2)	—	„	—	18. X.	—	„	80,0	—	9,5	—
26	Kettberg (2)	—	„	—	19. X.	—	„	70,0	—	7,83	—
27	Vordere Hüttstätten (1)	—	Portugieser, ges. Trauben	—	10. X.	—	Rot	75,4	—	7,7	—
28	„	—	Portugieser, faule Trauben	—	10 X.	—	„	80,8	—	7,5	—
29	Kahlenberg (1)	—	Orangetraub.	—	13. X.	—	Weiß	86,2	—	6,8	—
30	Ebersberg (1)	—	Österreicher	—	16. X.	—	„	95,3	—	7,8	—
31	Bayn (1)	—	„	—	17. X.	—	„	85,8	—	9,1	—
32	Ober-Westrum (1)	—	„	—	20. X.	—	„	97,2	—	7,1	—
33	Pfaffenhohl (1)	—	„	—	23. X.	—	„	102,4	—	7,2	—
34	Ebersheim. Berg (1)	—	Welschriesl.	—	24. X.	—	„	83,2	—	8,3	—
35	„	—	Grobriesling	—	24. X.	—	„	97,4	—	8,8	—
36	Braunloch (1)	—	Riesling	—	25. X.	—	„	98,4	—	8,6	—
37	Kahlenberg (1)	—	Orangetraub.	—	25. X.	—	„	90,0	—	7,1	—
38	St. Alban (1)	—	Riesling	—	28. X.	—	„	103,6	—	7,3	—
39	Heger (1)	—	„	—	30. X.	—	„	104,8	—	9,0	—
40	Bayn (1)	—	Österreicher	—	2. XI.	—	„	94,6	—	8,0	—
	Bosenheim										
41	Galgenberg (mittel)	Kies	Österreicher u. Traminer	—	12. X.	—	„	75,5	—	10,4	—
42	„ (besser)	„	„	—	12. X.	—	„	75,9	—	9,9	—
43	Bosenberg	Letten	Riesling	—	12. X.	—	„	75,2	—	8,3	—
44	„	„	„	—	12. X.	—	„	78,9	—	9,1	—
45	Galgenberg	„	Österreicher	—	10. X.	—	„	76,9	—	10,0	—
	Büdesheim										
46	Roterde	—	—	—	19. X.	—	„	104,6	—	10,6	—
47	Steinhammerweg	—	—	—	19. X.	—	„	112,6	—	10,8	—
48	Roterde (1)	—	Österreicher	—	11. X	—	„	95,4	—	6,5	—
49	Schnackenberg (1)	—	„	—	13. X.	—	„	99,0	—	6,4	—
50	Steinkautweg (1)	—	„	—	13. X.	—	„	97,9	—	5,9	—
51	Scharlachberg (1)	—	Veltliner	—	14. X.	—	„	109,9	—	7,5	—
52	Schnackenberg (1)	—	„	—	14. X.	—	„	96,0	—	6,8	—
53	Häusling (1)	—	Österreicher	—	18. X.	—	„	98,0	—	9,1	—
54	Anberg (1)	—	„	—	18. X.	—	„	99,0	—	8,7	—

Laufende Nr.	Gemarkung und Lage	Bodenart und Düngung	Traubensorte	Beobachtete Krankheiten und Schädlinge. Mittel, die dagegen angewendet wurden	Zeit der Lese und Beschaffenheit der Trauben (Art der Fäule)	Klimatische Verhältnisse, die etwa auf die Trauben eingewirkt haben	Art des Mostes (Rotwein, Weißwein, Schillerwein)	Spez. Gewicht des filtr. Mostes bei 15° C. (Grade nach Oechsle)	In 1000 ccm sind enthalten g: Alkohol	Freie Säuren	Mineral-bestandteile
	Büdesheim										
55	Roterde (1)	—	Riesling	—	19. X.	—	Weiß	108,8	—	9,2	—
56	Steinkautweg (1)	—	„	—	19. X.	—	„	114,8	—	9,5	—
57	Scharlachberg (1)	—	„	—	20. X.	—	„	111,2	—	9,0	—
	Dalheim										
58	Sommerhalle (2)	—	Österreicher	—	11. X.	—	„	78,0	—	8,9	—
59	Ostertal (2)	—	„	—	14. X.	—	„	62,0	—	9,5	—
60	Gänsberg (2)	—	„	—	14. X.	—	„	78,0	—	6,5	—
61	Lehmweg (2)	—	„	—	14. X.	—	„	68,0	—	11,5	—
62	Kirschberg (2)	—	„	—	10. X.	—	„	72,0	—	9,2	—
63	Altdörr (2)	—	„	—	10. X.	—	„	71,0	—	6,7	—
64	Kranzberg (2)	—	„	—	10. X.	—	„	70,0	—	9,4	—
65	Vogelsberg (2)	—	„	—	16. X.	—	„	67,0	—	7,0	—
66	Leinweg (2)	—	„	—	16. X.	—	„	60,0	—	11,4	—
67	Altdörr (2)	—	„	—	21. X.	—	„	82,0	—	7,6	—
68	„	—	„	—	23. X.	—	„	91,0	—	7,68	—
	Dexheim										
69	Hölle (2)	—	„	—	18. X.	—	„	83,0	—	10,2	—
	Dienheim										
70	Guldenmorgen	—	—	—	17. X.	—	„	104,2	—	7,07	—
71	Gumben	—	—	—	17. X.	—	„	105,9	—	6,9	—
72	Bayn	—	Österreicher	—	17. X.	—	„	82,9	—	10,72	—
73	Kandelweg	—	„	—	21. X.	—	„	—	—	8,25	—
74	Grasweg (2)	—	„	—	11. X.	—	„	76,0	—	9,6	—
75	„	—	„	—	13. X.	—	„	65,0	—	10,5	—
76	„	—	„	—	14. X.	—	„	68,0	—	12,0	—
77	„	—	„	—	14. X.	—	„	75,0	—	12,8	—
78	„	—	„	—	14. X.	—	„	72,0	—	9,8	—
79	„	—	„	—	15. X.	—	„	80,0	—	8,3	—
80	„	—	„	—	15. X.	—	„	84,0	—	9,3	—
81	„	—	„	—	15. X.	—	„	73,0	—	10,3	—
82	„	—	„	—	16. X.	—	„	78,0	—	9,75	—
83	„	—	„	—	19. X.	—	„	80,0	—	9,7	—
84	Muhl (2)	—	„	—	17. X.	—	„	76,0	—	11,1	—
85	„	—	„	—	19. X.	—	„	76,0	—	11,0	—
86	Langweg (2)	—	„	—	15. X.	—	„	94,0	—	7,10	—
87	„	—	„	—	16. X.	—	„	103,0	—	5,3	—
88	„	—	Riesling	—	16. X.	—	„	87,0	—	9,0	—
89	„	—	Österreicher	—	17. X.	—	„	99,0	—	8,2	—
90	Falkenberg (2)	—	„	—	9. X.	—	„	88,0	—	6,5	—
91	„	—	„	—	11. X.	—	„	92,0	—	5,95	—
92	„	—	„	—	11. X.	—	„	87,0	—	7,65	—
93	„	—	„	—	12. X.	—	„	90,0	—	6,05	—
94	„	—	Riesling und Österreicher	—	16. X.	—	„	87,0	—	9,1	—
95	„	—	Österreicher	—	16. X.	—	„	90,0	—	7,8	—
96	Sohlbrunnen (2)	—	„	—	11. X.	—	„	99,0	—	6,6	—
97	„	—	„	—	14. X.	—	„	91,0	—	5,7	—

Laufende Nr.	Gemarkung und Lage	Bodenart und Düngung	Traubensorte	Beobachtete Krankheiten und Schädlinge. Mittel, die dagegen angewendet wurden	Zeit der Lese und Beschaffenheit der Trauben (Art der Fäule)	Klimatische Verhältnisse, die etwa auf die Trauben eingewirkt haben	Art des Mostes (Rotwein, Weißwein, Schillerwein)	Spez. Gewicht des filtr. Mostes bei 15° C. (Grade nach Oechsle)	In 1000 ccm sind enthalten g		
									Alkohol	Freie Säuren	Mineral-bestandteile
98	Dienheim Sohlbrunnen (2)	—	Österreicher	—	14 X.	—	Weiß	81,0	—	7,3	—
99	„	—	„	—	15. X.	—	„	94,0	—	6,3	—
100	„	—	„	—	27. X.	—	„	112,0	—	7,7	—
101	Silzbrunnen (2)	—	„	—	13. X.	—	„	76,0	—	7,4	—
102	„	—	„	—	13. X.	—	„	77,0	—	7,15	—
103	„	—	Riesling	—	15. X.	—	„	77,0	—	9,4	—
104	„	—	Österreicher	—	16. X.	—	„	89,0	—	6,7	—
105	„	—	„	—	16. X.	—	„	82,0	—	9,3	—
106	„	—	„	—	19. X.	—	„	109,0	—	7,42	—
107	Mittelweg (2)	—	„	—	10. X.	—	„	92,0	—	5,65	—
108	„	—	„	—	16. X.	—	„	92,0	—	8,2	—
109	Höhlchen (2)	—	„	—	14 X.	—	„	82,0	—	9,35	—
110	„	—	„	—	14. X.	—	„	77,0	—	8,4	—
111	„	—	„	—	16. X.	—	„	78,0	—	8,17	—
112	Hohle (2)	—	„	—	6. X.	—	„	83,0	—	9,85	—
113	„	—	„	—	11 X.	—	„	82,0	—	10,24	—
114	„	—	„	—	12. X.	—	„	98,0	—	7,9	—
115	„	—	„	—	15. X.	—	„	92,0	—	7,4	—
116	„	—	„	—	16. X.	—	„	89,0	—	8,3	—
117	„	—	„	—	16. X.	—	„	81,0	—	8,6	—
118	„	—	„	—	17. X.	—	„	78,0	—	10,2	—
119	„	—	„	—	18. X.	—	„	74,0	—	9,0	—
120	„	—	„	—	19. X.	—	„	77,0	—	8,8	—
121	Geyerscheid (2)	—	„	—	10. X.	—	„	97,0	—	5,45	—
122	„	—	„	—	10. X.	—	„	96,0	—	5,80	—
123	„	—	„	—	18. X.	—	„	100,0	—	6,60	—
124	„	—	„	—	18. X.	—	„	99,0	—	6,90	—
125	„	—	„	—	19. X.	—	„	110,0	—	6,90	—
126	„	—	„	—	19. X.	—	„	118,0	—	7,5	—
127	Tafelstein (2)	—	„	—	10. X.	—	„	99,0	—	5,8	—
128	„	—	„	—	13. X.	—	„	92,0	—	6,65	—
129	„	—	„	—	18. X.	—	„	103,0	—	7,50	—
130	„	—	„	—	19. X.	—	„	107,0	—	6,10	—
131	Moder (2)	—	„	—	13. X.	—	„	74,0	—	9,9	—
132	„	—	„	—	13. X.	—	„	74,0	—	8,45	—
133	„	—	„	—	16. X.	—	„	87,0	—	6,3	—
134	„	—	„	—	17. X.	—	„	75,0	—	11,2	—
135	Lehmkaut (2)	—	„	—	9. X.	—	„	94,0	—	6,05	—
136	„	—	„	—	13. X.	—	„	90,0	—	5,05	—
137	„	—	„	—	15. X.	—	„	90,0	—	6,10	—
138	Kandelweg (2)	—	„	—	7. X.	—	„	92,0	—	7,1	—
139	„	—	„	—	11. X.	—	„	98,0	—	5,95	—
140	„	—	„	—	12. X.	—	„	104,0	—	5,35	—
141	„	—	„	—	13. X.	—	„	84,0	—	6,1	—
142	„	—	„	—	15. X.	—	„	107,0	—	5,8	—
143	„	—	„	—	16. X.	—	„	101,0	—	7,65	—
144	Bank (2)	—	„	—	10. X.	—	„	94,0	—	6,25	—

Laufende Nr.	Gemarkung und Lage	Bodenart und Düngung	Traubensorte	Beobachtete Krankheiten und Schädlinge. Mittel, die dagegen angewendet wurden	Zeit der Lese und Beschaffenheit der Trauben (Art der Fäule)	Klimatische Verhältnisse, die etwa auf die Trauben eingewirkt haben	Art des Mostes (Rotwein, Weißwein, Schillerwein)	Spez. Gewicht des filtr. Mostes bei 15° C. (Grade nach Oechsle)	In 1000 ccm sind enthalten g		
									Alkohol	Freie Säuren	Mineral-bestandteile
145	Dienheim Bank (2)	—	Österreicher	—	10. X.	—	Weiß	87,0	—	6,00	—
146	„	—	„	—	13. X.	—	„	91,0	—	5,00	—
147	„	—	„	—	13. X.	—	„	95,0	—	5,65	—
148	„	—	„	—	16. X.	—	„	100,0	—	7,8	—
149	„	—	„	—	19. X.	—	„	108,0	—	7,5	—
150	Eselspfad (2)	—	„	—	8 X.	—	„	85,0	—	7,25	—
151	„	—	„	—	13 X.	—	„	91,0	—	5,9	—
152	„	—	„	—	13. X.	—	„	87,0	—	7,5	—
153	„	—	„	—	17. X.	—	„	99,0	—	7,95	—
154	Gumpen (2)	—	„	—	6. X.	—	„	91,0	—	6,80	—
155	„	—	„	—	10. X	—	„	92,0	—	6,25	—
156	„	—	„	—	12. X.	—	„	97,0	—	4,9	—
157	„	—	„	—	14. X.	—	„	96,0	—	5,6	—
158	„	—	„	—	15. X.	—	„	103,0	—	5,7	—
159	Guldenmorgen (2)	—	Ruländer und Burgunder	—	2. X.	—	Rot	96,0	—	9,75	—
160	„	—	Österreicher	—	9. X.	—	Weiß	95,0	—	5,75	—
161	„	—	„	—	10. X.	—	„	99,0	—	5,85	—
162	„	—	„	—	14. X.	—	„	100,0	—	5,4	—
163	„	—	„	—	15. X.	—	„	102,0	—	6,0	—
164	„	—	„	—	15. X.	—	„	96,0	—	5,8	—
165	„	—	„	—	17. X.	—	„	92,0	—	8,2	—
166	Ebenbreit (2)	—	„	—	12. X.	—	„	94,0	—	5,45	—
167	„	—	„	—	13. X.	—	„	92,0	—	5,60	—
168	„	—	Riesling	—	14. X.	—	„	93,0	—	9,0	—
169	„	—	Österreicher	—	14. X.	—	„	99,0	—	6,3	—
170	„	—	„	—	15. X.	—	„	108,0	—	5,5	—
171	„	—	„	—	16. X.	—	„	107,0	—	6,3	—
172	Neuweg (2)	—	„	—	10. X.	—	„	99,0	—	7,65	—
173	„	—	„	—	13. X.	—	„	96,0	—	7,4	—
174	„	—	„	—	14. X.	—	„	89,0	—	7,25	—
175	„	—	„	—	15. X.	—	„	97,0	—	8,20	—
176	„	—	„	—	16. X.	—	„	95,0	—	7,10	—
177	Krötenbrunnen (2)	—	„	—	6. X.	—	„	96,0	—	6,4	—
178	„	—	„	—	7. X.	—	„	91,0	—	7,2	—
179	„	—	„	—	10. X.	—	„	95,0	—	6,35	—
180	„	—	„	—	10. X.	—	„	94,0	—	6,10	—
181	„	—	„	—	13 X.	—	„	95,0	—	6,10	—
182	„	—	Riesling	—	14. X.	—	„	90,0	—	6,5	—
183	„	—	Österreicher	—	14. X.	—	„	103,0	—	5,75	—
184	„	—	Riesling	—	15. X.	—	„	91,0	—	6,70	—
185	„	—	Österreicher	—	15. X.	—	„	106,0	—	6,7	—
186	Saar (2)	—	Ruländer und Burgunder	—	26. IX.	—	Rot	76,0	—	10,7	—
187	„	—	„	—	3. X.	—	„	95,0	—	7,05	—
188	„	—	„	—	8. X.	—	„	90,0	—	7,9	—
189	Benne (2)	—	„	—	30. IX.	—	„	88,0	—	10,75	—
190	„	—	„	—	3. X.	—	„	84,0	—	7,8	—

Laufende Nr.	Gemarkung und Lage	Bodenart und Düngung	Traubensorte	Beobachtete Krankheiten und Schädlinge. Mittel, die dagegen angewendet wurden	Zeit der Lese und Beschaffenheit der Trauben (Art der Fäule)	Klimatische Verhältnisse, die etwa auf die Trauben eingewirkt haben	Art des Mostes (Rotwein, Weißwein, Schillerwein)	Spez. Gewicht des filtr. Mostes bei 15° C. (Grade nach Oechsle)	In 1000 ccm sind enthalten g		
									Alkohol	Freie Säuren	Mineral-bestandteile
	Dienheim										
191	Benne (2)	—	Buländer u. Burgunder	—	3. X.	—	Rot	89,0	—	8,65	—
192	"	—	"	—	6. X.	—	"	80,0	—	8,25	—
193	Rübenmuß (1)	—	"	—	3. X.	—	"	87,0	—	9,20	—
194	Pflänger (2)	—	"	—	5. X.	—	"	88,0	—	9,15	—
195	Saar (1)	—	Ruländer u. blaue Burg.	—	6. X.	—	"	97,5	—	9,2	—
196	Krötenbrunnen (1)	—	Österreicher	—	15. X.	—	Weiß	103,0	—	6,2	—
197	Guldenmorgen (1)	—	"	—	16. X.	—	"	109,0	—	7,0	—
198	Gumpen (1)	—	"	—	17. X.	—	"	109,5	—	6,3	—
199	Eselspfad (1)	—	"	—	17. X.	—	"	99,0	—	7,0	—
200	Kandelweg (1)	—	"	—	18. X.	—	"	101,5	—	6,6	—
201	Moder (1)	—	"	—	20. X.	—	"	120,0	—	6,6	—
202	Tafelstein (1)	—	"	—	20. X.	—	"	112,5	—	6,9	—
203	Silzbrunnen (1)	—	"	—	20. X.	—	"	102,5	—	9,0	—
204	Goldberg (1)	—	"	—	21. X.	—	"	129,0	—	6,6	—
	Dittelsheim										
205	Verschied. Lagen	—	"	—	9. X.	—	"	88,6	—	7,3	—
206	"	—	"	—	9. X.	—	"	73,3	—	8,2	—
	Dolgerheim										
207	Lorch (2)	—	"	—	14. X.	—	"	82,0	—	7,6	—
208	Perl	—	"	—	14. X.	—	"	63,0	—	9,8	—
209	Wingertsberg	—	"	—	14. X.	—	"	74,0	—	8,1	—
	Ebersheim										
210	Verschied. Lagen	Letten	"	—	1. X.	—	"	80,6	—	9,9	—
211	"	"	"	—	18. X.	—	"	80,2	—	9,45	—
212	Koch	"	Riesling	—	14. X.	—	"	81,8	—	9,15	—
213	Verschied. Lagen	"	"	—	17. X.	—	"	72,6	—	11,8	—
214	"	"	"	—	17. X.	—	"	75,5	—	10,85	—
	Elsheim										
215	Blum	"	Gemischt	—	13. X.	—	"	80,8	—	7,7	—
216	Rosengarten	"	Österreicher	—	13. X.	—	"	77,3	—	9,0	—
217	Füllfloß	"	"	—	13. X.	—	"	80,2	—	10,9	—
	Ensheim										
218	Mittl. Kachel	"	"	—	13. X.	—	"	71,1	—	9,0	—
219	"	"	"	—	13. X.	—	"	78,8	—	8,4	—
220	Eselsberg	"	"	—	13. X.	—	"	76,2	—	7,8	—
	Essenheim										
221	Kleineberg	Grundboden	"	—	12. X.	—	"	80,3	—	9,3	—
222	Verschied. Lagen	—	"	—	12 X.	—	"	79,4	—	9,0	—
223	Müllersand	Letten	"	—	12. X.	—	"	76,8	—	9,2	—
224	Dreizehnmorgen u. Muhl	Schwarzer Boden	"	—	12. X.	—	"	66,8	—	9,6	—
225	"	"	"	—	12. X.	—	"	75,3	—	9,6	—
226	Verschied. Lagen	—	"	—	12. X.	—	"	78,7	—	12,8	—
227	"	—	"	—	13. X.	—	"	74,9	—	11,3	—
	Flonheim										
228	Adelberg (gut)	—	"	—	12. X.	—	"	81,3	—	7,0	—

Laufende Nr.	Gemarkung und Lage	Bodenart und Düngung	Traubensorte	Beobachtete Krankheiten und Schädlinge. Mittel, die dagegen angewendet wurden	Zeit der Lese und Beschaffenheit der Trauben (Art der Fäule)	Klimatische Verhältnisse, die etwa auf die Trauben eingewirkt haben	Art des Mostes (Rotwein, Weißwein, Schillerwein)	Spez. Gewicht des filtr. Mostes bei 15° C. (Grade nach Oechsle)	In 1000 ccm sind enthalten g		
									Alkohol	Freie Säuren	Mineral-bestandteile
	Flonheim										
229	Friedrichsberg (mittel)	—	Österreicher u. Kleinberg.	—	12. X.	—	Weiß	77,8	—	8,4	—
230	Neuwald (gering)	—	Österreicher	—	12. X.	—	„	72,2	—	12,5	—
231	Müllerpfad (mittel	—	„	—	12. X.	—	„	77,9	—	7,8	—
232	Zweigweg	—	Österr. u. Riesl.	—	12. X.	—	„	68,2	—	10,0	—
	Gau-Algesheim										
233	Sand	Sand	Frühburg.	—	10. IX.	—	Rot	90,6	—	5,9	—
234	Steinert	Kies	„	—	10. IX.	—	„	95,4	—	8,4	—
235	Unterer Sand	Sand	„	—	10. IX.	—	„	84,2	—	7,1	2,96
236	Sand	„	„	—	10. IX	—	„	83,3	—	6,9	3,06
237	Unterer Sand	„	„	—	14. IX.	—	„	90,5	—	6,2	3,158
	Gau-Bickelheim										
238	Steinchen	Stein. Grund	Österreicher	—	12. X.	—	Weiß	80,5	—	7,7	—
239	Frohgewann	Letten	„	—	12. X.	—	„	77,1	—	6,7	—
240	Goldberg	„	Traminer u. Österreicher	—	12. X.	—	„	76,4	—	6,3	—
241	Oberinderst	„	Österreicher	—	12. X.	—	„	79,8	—	8,2	—
	Gau-Bischofsheim										
242	Verschied. Lag.	—	„	—	17. X.	—	„	81,8	—	9,15	—
	Gau-Köngersheim										
243	Vogelsang	Lehm	„	—	13 X.	—	„	62,8	—	9,0	—
	Gau-Odernheim										
244	Büdinger (gut)	Letten	„	—	13. X.	—	„	78,1	—	7,7	—
245	Platte	Letten und Sand	„	—	13. X	—	„	78,4	—	6,3	—
246	Tiefental (mittel)	Letten	„	—	13. X.	—	„	77,0	—	6,6	—
247	Hippel (beste Lage)	„	„	—	13. X.	—	„	78,5	—	6,0	—
248	Versch. Lagen	„	„	—	7. X.	—	„	85,8	—	6,5	—
249	„	„	„	—	9. X.	—	„	88,1	—	7,95	—
	Gimbsheim										
250	— (3)	—	Portugieser	—	15. IX.	—	Rot	66,0	—	9,75	—
	Groß-Winternheim										
251	Bockstein (best. Lg.)	Kies	Österreicher u. Riesling	—	13. X.	—	Weiß	82,4	—	8,30	—
252	Berg	Grundboden	Österreicher	—	13. X.	—	„	78,9	—	8,4	—
253	Behlhämmer	Schw. Grund	„	—	13. X.	—	„	86,6	—	9,2	—
	Gundersheim										
254	— (3)	—	Riesling u. Österreicher	—	Anf. Okt.	—	„	74,0	—	15,75	—
	Guntersblum										
255	Vogelsgarten (2)	—	Österreicher	—	8. X.	—	„	81,0	—	6,5	—
256	„	—	„	—	10. X.	—	„	89,0	—	6,4	—
257	Muhl (2)	—	„	—	12. X.	—	„	81,0	—	8,8	—
258	Bornpfad (2)	—	„	—	13 X.	—	„	81,0	—	7,25	—
259	Auental (3)	—	„	—	15. X.	—	„	89,0	—	8,25	—
260	Stärkefeld (3)	—	„	—	15. X.	—	„	78,0	—	9,93	—
261	Muhl (3)	—	„	—	15. X.	—	„	83,0	—	8,43	—
262	Moder (3)	—	„	—	15. X.	—	„	88,0	—	8,43	—

Laufende Nr.	Gemarkung und Lage	Bodenart und Düngung	Traubensorte	Beobachtete Krankheiten und Schädlinge. Mittel, die dagegen angewendet wurden	Zeit der Lese und Beschaffenheit der Trauben (Art der Fäule)	Klimatische Verhältnisse, die etwa auf die Trauben eingewirkt haben	Art des Mostes (Rotwein, Weißwein, Schillerwein)	Spez. Gewicht des filtr. Mostes bei 15° C. (Grade nach Oechsle)	In 1000 ccm sind enthalten g		
									Alkohol	Freie Säuren	Mineral-bestandteile
	Hahnheim										
263	Knopf (beste Lage)	Letten u. Sand	Österreicher	—	12. X.	—	Weiß	76,6	—	7,8	—
264	"	"	"	—	12. X.	—	"	81,8	—	8,2	—
265	Mönchberg	Schw. Letten	"	—	12. X.	—	"	85,1	—	6,5	—
266	"	"	"	—	12. X.	—	"	88,8	—	6,5	—
267	Hinterer Moßberg	Stein. Letten	"	—	12. X.	—	"	79,9	—	8,7	—
268	Vorderer Moßberg	Schw. Letten	"	—	12. X.	—	"	80,4	—	10,2	—
269	Loch	"	"	—	12. X.	—	"	83,9	—	7,7	—
270	Dachsberg	Gem. Boden	"	—	12. X.	—	"	80,5	—	8,6	—
271	Knopf	Letten u. Sand	"	—	10. X.	—	"	80,4	—	7,95	—
272	Dachsberg	Letten	"	—	10. X.	—	"	77,9	—	11,7	—
273	Knopf (2)	Letten u. Sand	"	—	14. X.	—	"	82,0	—	5,75	—
274	"	"	"	—	14. X.	—	"	79,0	—	7,35	—
275	"	"	"	—	15. X.	—	"	80,0	—	6,90	—
276	Monzeberg (2)	"	"	—	17. X.	—	"	80,0	—	7,50	—
	Harxheim										
277	Ostersteig	Kies	"	—	12. X.	—	"	83,8	—	9,8	—
278	Bernchen	Lehm u. Kies	"	—	12. X.	—	"	88,9	—	9,0	—
279	Bischofsheimer Weg	Lehm	"	—	12. X.	—	"	83,5	—	8,6	—
280	Verschiedene Lagen	Letten	"	—	10. X.	—	"	93,0	—	9,5	—
281	Schnorr	Lehm	"	—	10. X.	—	"	89,5	—	7,7	—
282	Floß	Schw. Boden	"	—	13. X.	—	"	77,4	—	9,0	—
283	Lieth	"	"	—	16. X.	—	"	80,9	—	9,45	—
284	Küchelberg (gering)	Letten	"	—	20. X.	—	"	74,9	—	11,25	—
285	Nack	Leicht. Boden	"	—	20. X.	—	"	86,4	—	9,6	—
	Heppenheim										
286	— (3)	—	"	—	Anf. Okt.	—	"	73,0	—	10,12	—
287	"	—	Riesling	—	"	—	"	72,0	—	11,62	—
	Ibersheim										
288	— (3)	—	Portugieser	—	Anf. Sept.	—	Rot	62,0	—	8,25	—
289	"	—	Tokayer	—	Anf. Okt.	—	Weiß	90,0	—	10,5	—
	Kempten										
290	Rheinbey	—	Österreicher	—	19. X.	—	"	88,5	—	9,45	—
291	Langerberg	—	"	—	19. X.	—	"	101,0	—	9,37	—
292	Rheinberg (1)	—	"	—	15. X.	—	"	91,0	—	8,7	—
293	"	—	Riesling	—	15. X.	—	"	98,0	—	11,2	—
294	Langerberg (1)	—	Österreicher	—	15. X.	—	"	105	—	9,0	—
295	"	—	Riesling	—	18. X.	—	"	95,2	—	10,5	—
	Klein-Wintern-heim										
296	Verschiedene Lagen	Letten	Österreicher	—	12. X.	—	"	76,1	—	10,95	—
	Ludwigshöhe										
297	Geyerscheid (1)	—	"	—	19. X.	—	"	111,0	—	6,5	—
298	Sand (2)	Sand	"	—	5. X.	—	"	78,0	—	7,8	—
299	"	"	"	—	5. X.	—	"	74,0	—	12,45	—
300	"	"	"	—	8. X.	—	"	87,0	—	10,2	—
301	"	"	"	—	8. X.	—	"	74,0	—	8,0	—

Laufende Nr.	Gemarkung und Lage	Bodenart und Düngung	Traubensorte	Beobachtete Krankheiten und Schädlinge. Mittel, die dagegen angewendet wurden	Zeit der Lese und Beschaffenheit der Trauben (Art der Fäule)	Klimatische Verhältnisse, die etwa auf die Trauben eingewirkt haben	Art des Mostes (Rotwein, Weißwein, Schillerwein)	Spez. Gewicht des filtr. Mostes bei 15° C. (Grade nach Oechsle)	In 1000 ccm sind enthalten g: Alkohol	Freie Säuren	Mineral-bestandteile
	Ludwigshöhe										
302	Teufelskopf (2)	—	Österreicher	—	12. X.	—	Weiß	92,0	—	7,65	—
	Lörzweiler										
303	Hohberg (2)	—	„	—	18. X.	—	„	90,0	—	9,07	—
	Mettenheim										
304	— (3)	—	Portugieser	—	Anfangs Sept.	—	Rot	53,0	—	8,62	—
305	Sand (3)	—	„	—	„	—	„	61,5	—	7,3	—
306	Berg (3)	—	„	—	„	—	„	62,0	—	7,6	—
	Mommenheim										
307	Lazarienberg (gering)	Lehm	Österreicher	—	12. X.	—	Weiß	54,6	—	10,1	—
308	Silbergrube (mittel)	Sand	„	—	12. X.	—	„	83,5	—	8,6	—
309	Damm	Letten	„	—	12. X.	—	„	77,0	—	10,2	—
	Nackenheim										
310	Langer Tag	—	—	—	18. X.	—	„	95,2	—	7,5	—
311	Dieterskopf	—	—	—	18. X.	—	„	92,8	—	7,2	—
312	Rotenberg	—	—	—	18. X.	—	„	96,7	—	7,35	—
313	Unterer „ (1)	—	Österreicher	—	11. X.	—	„	101,4	—	7,3	—
314	„ „ (1)	—	Ruländer	—	12. X.	—	Rot	104,0	—	7,9	—
315	Oberer „ (1)	—	Österr. faule Trauben	—	14. X.	—	Weiß	114,0	—	6,6	—
316	„ „ (1)	—	Österr. gesunde Trauben	—	14. X.	—	„	97,0	—	6,5	—
317	Laimen (1)	—	„	—	15. X.	—	„	95,2	—	7,1	—
318	Oberer Rotenberg (1)	—	Österr. faule Trauben	—	17. X.	—	„	125,8	—	6,5	—
319	„	—	Österr. gesunde Trauben	—	17. X.	—	„	104,0	—	6,0	—
320	„	—	Österr. faule Trauben	—	19. X.	—	„	130,0	—	6,7	—
321	„	—	Österr. gesunde Trauben	—	19. X.	—	„	100,8	—	6,2	—
322	Unt. Rotenberg (1)	—	Riesling	—	20. X.	—	„	99,8	—	8,4	—
323	Sommerwiesen (1)	—	„	—	23. X.	—	„	98,0	—	7,1	—
324	„	—	Österreicher	—	28. X.	—	„	99,0	—	7,4	—
325	Fenchelberg (1)	—	Riesling faule Trauben	—	24. X.	—	„	124,6	—	7,9	—
326	Oberer Rotenberg (1)	—	Riesl. gesunde Trauben	—	25. X.	—	„	99,6	—	8,2	—
327	„	—	Riesling faule Trauben	—	25. X.	—	„	122,6	—	7,4	—
328	Engelsberg (1)	—	Österreicher	—	30. X.	—	„	126,4	—	6,7	—
329	Stiel (1)	—	„	—	31. X.	—	„	130,4	—	7,2	—
330	Oberer Rotenberg (1)	—	Riesl. gesunde Trauben	—	3. IX.	—	„	108,4	—	8,2	—
331	„	—	Riesling faule Trauben	—	8. IX.	—	„	120,4	—	7,8	—
332	**Nieder-Flörsheim** — (3)	—	—	—	Anfangs Sept.	—	„	63,0	—	9,37	—

Laufende Nr.	Gemarkung und Lage	Bodenart und Düngung	Traubensorte	Beobachtete Krankheiten und Schädlinge. Mittel, die dagegen angewendet wurden	Zeit der Lese und Beschaffenheit der Trauben (Art der Fäule)	Klimatische Verhältnisse, die etwa auf die Trauben eingewirkt haben	Art des Mostes (Rotwein, Weißwein, Schillerwein)	Spez. Gewicht des filtr. Mostes bei 15° C. (Grade nach Oechsle)	In 1000 ccm sind enthalten g: Alkohol	Freie Säuren	Mineral-bestandteile
	Nieder-Ingelheim										
333	Sporkenheim	Sand	Frühburgund.	—	9. IX.	—	Rot	84,4	—	7,13	—
334	Oberer Keller	"	"	—	9. IX.	—	"	81,6	—	7,6	—
335	Nonnenberg	Geröll	"	—	9. IX.	—	"	80,1	—	6,6	—
336	Steinacker (beste Lage)	Gemischt	Österreicher	—	13. X.	—	Weiß	83,0	—	8,2	—
337	Lettenstück	"	"	—	13. X.	—	"	81,8	—	7,6	—
338	Keller (mittel)	"	"	—	13. X.	—	"	78,5	—	7,5	—
339	Bohlen (gering)	"	"	—	13. X.	—	"	73,1	—	8,8	—
340	Hochanlage	Sand	Frühburgunder, ausgelesene Beeren	—	16. IX.	—	Rot	93,6	—	5,7	3,364
341	"	"	"	—	16. IX.	—	"	121,2	—	8,3	4,692
	Nieder-Olm										
342	Elsheimer Straße	Schwerer Ton	Österreicher	—	12. X.	—	Weiß	77,3	—	9,5	—
343	Geierschell	Letten	"	—	12. X.	—	"	77,8	—	9,4	—
344	Diebzehntner	Steinig. Lehm	"	—	12. X.	—	"	76,3	—	10,0	—
	Nieder-Saulheim										
345	Pertelborn	Letten	"	—	13. X.	—	"	71,8	—	10,9	—
346	Pertel	"	Österreicher u. Kleinberger	—	13. X.	—	"	71,8	—	10,2	—
347	Mittelpfad	Letten u. Kies	Österreicher u. Traminer	—	13. X.	—	"	80,2	—	10,7	—
348	Norenberg	Gemischter Boden	"	—	13. X.	—	"	72,4	—	11,6	—
	Nierstein										
349	Hipping (2)	—	Riesling	—	11. X.	—	"	90,0	—	7,55	—
350	Münzenberg (2)	—	"	—	14. X.	—	"	85,0	—	8,2	—
351	Kranzberg (2)	—	Österreicher	—	18. X.	—	"	105,0	—	6,58	—
352	Helgenbaum (2)	—	"	—	18. X.	—	"	108,0	—	6,4	—
353	Ölberg (2)	—	"	—	19. X.	—	"	86,0	—	6,9	—
354	Wartturm (2)	—	"	—	19. X.	—	"	90,0	—	9,1	—
355	Ölberg (2)	—	"	—	21. X.	—	"	80,0	—	6,4	—
356	Damtal (2)	—	"	—	23. X.	—	"	79,0	—	10,5	—
357	Mörsch (1)	—	Ruländer	—	18. X.	—	Rot	101,8	—	7,1	—
358	Gransberg-Steig (1)	—	Österreicher	—	26. X.	—	Weiß	119,0	—	6,8	—
359	"	—	"	—	27. X.	—	"	121,4	—	7,0	—
360	Rehbach-Mundelpfad (1)	—	"	—	28. X.	—	"	124,6	—	7,1	—
361	Rehbach, unten (1)	—	"	—	28. X.	—	"	120,0	—	6,4	—
362	Rehbach, oben (1)	—	"	—	28. X.	—	"	119,0	—	6,3	—
363	Rehbach (1)	—	Riesling	—	2. IX.	—	"	123,8	—	7,3	—
	Ober-Ingelheim										
364	Groß-Winternheimer Berg	Sand	Frühburgund.	—	9. IX.	—	Rot	81,8	—	8,6	—
365	Unft	—	Gemischt	—	13. X.	—	Weiß	79,4	—	9,6	—
366	Teufelspfad	—	"	—	13. X.	—	"	88,2	—	7,8	—
367	Kreis	—	"	—	13. X.	—	"	84,2	—	9,0	—
368	Mittlere Berglage	Lehm	Frühburgund.	—	10. IX.	—	Rot	86,7	—	8,7	—
369	Verschied. Lagen	—	Österreicher	—	30. IX.	—	Weiß	89,7	—	10,1	—
370	"	—	"	—	30. IX.	—	"	88,5	—	12,6	—

Laufende Nr.	Gemarkung und Lage	Bodenart und Düngung	Traubensorte	Beobachtete Krankheiten und Schädlinge. Mittel, die dagegen angewendet wurden	Zeit der Lese und Beschaffenheit der Trauben (Art der Fäule)	Klimatische Verhältnisse, die etwa auf die Trauben eingewirkt haben	Art des Mostes (Rotwein, Weißwein, Schillerwein)	Spez. Gewicht des filtr. Mostes bei 15° C. (Grade nach Oechsle)	In 1000 ccm sind enthalten g		
									Alkohol	Freie Säuren	Mineral-bestandteile
371	Ober-Ingelheim Verschied. Lagen	—	Österreicher	—	30. IX.	—	Weiß	87,0	—	9,4	—
372	"	—	"	—	13. X.	—	"	80,2	—	9,2	—
373	"	—	"	—	13. X.	—	"	81,1	—	8,7	—
374	"	—	"	—	13. X.	—	"	80,8	—	9,5	—
375	Ober-Olm Verschied. Lagen	Letten u. Lehm	Österreicher u. Kleinberg.	—	13. X.	—	"	74,1	—	9,37	—
376	Ockenheim Klingelpfad	Schwarzer Grund	Früh-burgunder	—	14. IX.	—	Rot	95,0	—	7,05	3,076
377	"	"	Portugieser	—	26. IX.	—	"	81,2	—	7,4	2,666
378	Oppenheim Reisekehr (1)	—	Österreicher u. Riesling	—	8. X.	—	Weiß	102,5	—	5,8	—
379	Sackträger (1)	—	Österreicher	—	11. X.	—	"	100,5	—	5,1	—
380	Krötenbrunnen (1)	—	"	—	16. X.	—	"	111,0	—	6,6	—
381	Goldberg (1)	—	"	—	22. X.	—	"	125,0	—	4,7	—
382	"	—	Österreicher u. Riesling	—	22. X.	—	"	116,5	—	7,9	—
383	"	—	Österreicher	—	24. X.	—	"	124,0	—	6,8	—
384	Kehrweg (1)	—	"	—	25. X.	—	"	94,5	—	8,7	—
385	Steig (1)	—	"	—	25. X.	—	"	124,0	—	7,1	—
386	Goldberg (1) eisern Tor	—	"	—	26. X.	—	"	119,5	—	7,0	—
387	Daubheim (1) (Hochplanken)	—	Bouquettrauben (Englerths Trauben)	—	27. X.	—	"	77,5	—	10,4	—
388	Daubh. Dreidrat (1)	—	Riesling	—	27. X.	—	"	90,5	—	8,8	—
389	"	—	Veltliner	—	27. X.	—	"	104,5	—	7,2	—
390	Goldberg (2)	—	Österreicher	—	6. X.	—	"	93,0	—	9,2	—
391	"	—	"	—	8. X.	—	"	87,0	—	7,6	—
392	"	—	"	—	10. X.	—	"	92,0	—	7,85	—
393	"	—	"	—	10. X.	—	"	88,0	—	7,0	—
394	"	—	"	—	11. X.	—	"	95,0	—	6,4	—
395	"	—	"	—	11. X.	—	"	103,0	—	5,55	—
396	"	—	"	—	12. X.	—	"	92,0	—	6,8	—
397	"	—	"	—	13. X.	—	"	90,0	—	7,9	—
398	"	—	"	—	13. X.	—	"	84,0	—	7,9	—
399	"	—	Riesling	—	15. X.	—	"	98,0	—	7,2	—
400	"	—	Österreicher	—	15. X.	—	"	100,0	—	5,7	—
401	"	—	—	—	15. X.	—	"	116,0	—	5,8	—
402	"	—	—	—	16. X.	—	"	89,0	—	8,7	—
403	"	—	—	—	18. X.	—	"	116,0	—	5,85	—
404	"	—	—	—	19. X.	—	"	129,0	—	6,7	—
405	"	—	—	—	21. X.	—	"	90,0	—	9,0	—
406	"	—	—	—	22. X.	—	"	125,0	—	4,72	—
407	"	—	—	—	26. X.	—	"	124,0	—	6,8	—
408	Reisekahr (2)	—	Österreicher u. Riesling	—	8. X.	—	"	97,0	—	5,8	—

Laufende Nr.	Gemarkung und Lage	Bodenart und Düngung	Traubensorte	Beobachtete Krankheiten und Schädlinge. Mittel, die dagegen angewendet wurden	Zeit der Lese und Beschaffenheit der Trauben (Art der Fäule)	Klimatische Verhältnisse, die etwa auf die Trauben eingewirkt haben	Art des Mostes (Rotwein, Weißwein, Schillerwein)	Spez. Gewicht des filtr. Mostes bei 15° C. (Grade nach Oechsle)	In 1000 ccm sind enthalten g: Alkohol	Freie Säuren	Mineral-bestandteile
	Oppenheim										
409	Reisekahr (2)	—	Österreicher	—	9. X.	—	Weiß	97,0	—	5,9	—
410	"	—	—	—	13. X.	—	"	100,0	—	6,85	—
411	Kreuz (2)	—	—	—	9. X.	—	"	95,0	—	6,30	—
412	"	—	—	—	10. X.	—	"	99,0	—	5,55	—
413	"	—	Riesling	—	11. X.	—	"	95,0	—	8,4	—
414	"	—	Österreicher	—	12. X.	—	"	98,0	—	6,45	—
415	Daubhans (2)	—	Ruländer und Burgunder	—	6. X.	—	Rot	89,0	—	7,55	—
416	"	—	Österreicher	—	15. X.	—	Weiß	93,0	—	5,90	—
417	Kugel (2)	—	"	—	6. X.	—	"	97,0	—	7,15	—
418	"	—	"	—	8. X.	—	"	113,0	—	6,70	—
419	Sackträger (2)	—	"	—	6. X.	—	"	95,0	—	6,75	—
420	"	—	"	—	9. X.	—	"	110	—	5,85	—
421	"	—	"	—	10. X.	—	"	98,0	—	6,75	—
422	"	—	"	—	11. X.	—	"	97,0	—	5,50	—
423	"	—	"	—	11. X.	—	"	97,0	—	6,00	—
424	"	—	1/4 Österreicher, 3/4 Riesling	—	11. X.	—	"	90,0	—	7,45	—
425	"	—	Riesling	—	13. X.	—	"	91,0	—	7,75	—
426	Stadtgraben (2)	—	Österreicher	—	11. X.	—	"	87,0	—	8,30	—
427	"	—	"	—	13. X.	—	"	86,0	—	6,75	—
428	Herrenberg (2)	—	"	—	5. X.	—	"	97,0	—	6,20	—
429	"	—	"	—	13. X.	—	"	95,0	—	6,25	—
430	"	—	Riesling	—	13. X.	—	"	93,0	—	9,15	—
431	"	—	"	—	15. X.	—	"	102,0	—	7,5	—
432	"	—	Österreicher	—	16. X.	—	"	107,0	—	6,8	—
433	"	—	"	—	18. X.	—	"	109,0	—	6,5	—
434	"	—	"	—	21. X.	—	"	110,0	—	6,1	—
435	Steig (2)	—	"	—	8. X.	—	"	91,0	—	6,0	—
436	"	—	"	—	9. X.	—	"	92,0	—	4,7	—
437	"	—	"	—	11. X.	—	"	92,0	—	6,05	—
438	"	—	"	—	13. X.	—	"	92,0	—	5,85	—
439	"	—	"	—	15. X.	—	"	91,0	—	6,20	—
440	Zuckerberg (2)	—	Österreicher u. Riesling	—	1. X.	—	"	93,0	—	7,05	—
441	"	—	Österreicher	—	4. X.	—	"	96,0	—	8,4	—
442	"	—	"	—	5. X.	—	"	96,0	—	6,0	—
443	"	—	Riesling	—	6. X.	—	"	96,0	—	6,9	—
444	"	—	Österreicher	—	6. X.	—	"	96,0	—	6,4	—
445	"	—	Riesling	—	19. X.	—	"	95,0	—	9,1	—
446	"	—	Österreicher u. Riesling	—	19. X.	—	"	98,0	—	8,9	—
447	"	—	Österreicher	—	18. X.	—	"	102,0	—	7,8	—
448	"	—	"	—	19. X.	—	"	109,0	—	6,37	—
449	Schloßberg (2)	—	"	—	28. IX.	—	"	80,0	—	9,15	—
450	Schloßb. (Hang) (2)	—	"	—	30. IX.	—	"	73,0	—	11,05	—
451	Schloßberg (2)	—	"	—	4. X.	—	"	83,0	—	7,4	—

Laufende Nr.	Gemarkung und Lage	Bodenart und Düngung	Traubensorte	Beobachtete Krankheiten und Schädlinge. Mittel, die dagegen angewendet wurden	Zeit der Lese und Beschaffenheit der Trauben (Art der Fäule)	Klimatische Verhältnisse, die etwa auf die Trauben eingewirkt haben	Art des Mostes (Rotwein, Weißwein, Schillerwein)	Spez. Gewicht des filtr. Mostes bei 15° C. (Grade nach Oechsle)	In 1000 ccm sind enthalten g		
									Alkohol	Freie Säuren	Mineral-bestandteile
	Oppenheim										
452	Schloßberg (2)	—	Österreicher	—	5. X.	—	Weiß	91,0	—	7,75	—
453	"	—	"	—	6. X.	—	"	90,0	—	7,4	—
454	"	—	"	—	6. X.	—	"	90,0	—	6,75	—
455	"	—	"	—	11. X.	—	"	84,0	—	9,2	—
456	Schloßb. (Hang) (2)	—	Burgunder	—	14. X.	—	Rot	101,0	—	11,0	—
457	Schloßberg (2)	—	Österreicher u. Riesling	—	15. X.	—	Weiß	94,0	—	8,4	—
458	Schloßb. (Hang) (2)	—	Österreicher	—	17. X.	—	"	92,0	—	11,1	—
459	Schloßberg (2)	—	Riesling und Traminer	—	21. X.	—	"	96,0	—	9,2	—
460	"	—	Österreicher	—	24. X.	—	"	103,0	—	6,8	—
461	"	—	"	—	24. X.	—	"	91,0	—	8,0	—
462	"	—	"	—	26. X.	—	"	88,0	—	8,8	—
463	"	—	"	—	27. X.	—	"	99,0	—	7,6	—
464	Hinterm Schloß (2)	—	"	—	10. X.	—	"	82,0	—	8,2	—
465	"	—	"	—	12. X.	—	"	72,0	—	11,6	—
466	"	—	"	—	14. X.	—	"	78,0	—	8,2	—
467	"	—	"	—	16. X.	—	"	80,0	—	10,0	—
468	"	—	"	—	16. X.	—	"	80,0	—	8,5	—
469	"	—	"	—	16. X.	—	"	79,0	—	10,1	—
470	"	—	"	—	18. X.	—	"	77,0	—	8,88	—
471	Kehrweg (2)	—	Portugieser	—	26. IX.	—	Rot	81,0	—	10,5	—
472	"	—	Österreicher	—	14. X.	—	Weiß	83,0	—	8,45	—
473	"	—	"	—	18. X.	—	"	72,0	—	9,95	—
474	"	—	"	—	21. X.	—	"	88,0	—	10,3	—
475	Rüsterbaum (2)	—	"	—	10. X.	—	"	77,0	—	9,7	—
476	"	—	"	—	15. X.	—	"	80,0	—	9,2	—
477	"	—	"	—	17. X.	—	"	77,0	—	10,2	—
478	"	—	"	—	18. X.	—	"	82,0	—	9,8	—
479	Rohrgasse (2)	—	Ruländer und Burgunder	—	5. X.	—	Rot	84,0	—	10,3	—
480	"	—	"	—	5. X.	—	"	82,0	—	9,2	—
481	Kette (2)	—	"	—	30. IX.	—	"	89,0	—	8,85	—
482	"	—	Österreicher	—	5. X.	—	Weiß	87,0	—	7,85	—
483	Viehweg (2)	—	Ruländer und Burgunder	—	30. IX.	—	Rot	88,0	—	9,00	—
484	"	—	"	—	3. X.	—	"	86,0	—	9,00	—
485	"	—	"	—	4. X.	—	"	94,0	—	9,2	—
486	Krämereck (2)	—	Burgunder	—	1. X.	—	"	87,0	—	8,45	—
487	"	—	Ruländer und Burgunder	—	2 X.	—	"	86,0	—	9,20	—
488	"	—	"	—	6. X.	—	"	82,0	—	7,9	—
489	Hohe Brücke (2)	—	"	—	6. X.	—	"	70,0	—	13,5	—
490	"	—	"	—	14 X.	—	"	86,0	—	10,55	—
491	"	—	Riesling	—	15. X.	—	Weiß	82,0	—	8,1	—
492	"	—	"	—	16. X.	—	"	80,0	—	9,00	—
493	Herrenweiher (2)	—	Ruländer und Burgunder	—	28. IX.	—	Rot	73,0	—	9,6	—

Laufende Nr.	Gemarkung und Lage	Bodenart und Düngung	Traubensorte	Beobachtete Krankheiten und Schädlinge. Mittel, die dagegen angewendet wurden	Zeit der Lese und Beschaffenheit der Trauben (Art der Fäule)	Klimatische Verhältnisse, die etwa auf die Trauben eingewirkt haben	Art des Mostes (Rotwein, Weißwein, Schillerwein)	Spez. Gewicht des filtr. Mostes bei 15° C. (Grade nach Oechsle)	In 1000 ccm sind enthalten g		
									Alkohol	Freie Säuren	Mineral-bestandteile
	Oppenheim										
494	Herrenweiher (2)	—	Ruländer u. Burgunder	—	30. IX.	—	Rot	87,0	—	8,5	—
495	„	—	„	—	3. X.	—	„	89,0	—	8,7	—
496	„	—	„	—	5. X.	—	„	95,0	—	9,2	—
497	„	—	„	—	12. X.	—	„	91,0	—	8,2	—
498	Grohfaß (2)	—	„	—	28. IX.	—	„	73,0	—	9,45	—
499	„	—	„	—	5. X.	—	„	95,0	—	9,2	—
500	„	—	„	—	5. X.	—	„	89,0	—	8,0	—
501	„	—	„	—	8. X.	—	„	93,0	—	8,9	—
502	„	—	Österreicher	—	15. X.	—	Weiß	97,1	—	8,1	—
503	„	—	Ruländer u. Burgunder	—	15. X.	—	Rot	93,0	—	8,4	—
504	Mittelgewann (2)	—	„	—	5. X.	—	„	84,0	—	7,8	—
505	„	—	„	—	5. X.	—	„	75,0	—	12,25	—
	Osthofen										
506	—	—	—	—	27. IX.	—	Weiß	72,0 korr.	—	8,02	—
507	— (3)	—	Portugieser	—	27. IX.	—	Rot	60,0	—	6,75	—
	Partenheim										
508	Hinterm Ort (beste Lage)	Grundboden	Österreicher	—	13. X.	—	Weiß	76,6	—	10,3	—
509	Grenzhaken (mittel)	Letten	„	—	13. X.	—	„	71,0	—	11,0	—
510	Kirschgarten (gut)	Grundboden	„	—	13. X.	—	„	64,4	—	11,3	—
	Pfaffen-schwabenheim										
511	Viermorgen, Achtermorgen, Langenberg	Lehm	„	—	12. X.	—	„	75,0	—	8,6	—
512	Angewann	Grundboden	Traminer	—	12. X.	—	„	71,8	—	8,9	—
513	Lomberg	„	„	—	12. X.	—	„	68,3	—	8,6	—
	Pfeddersheim										
514	— (3)	—	ganz faule Trauben	—	Anf. Okt.	—	„	71,0	—	14,25	—
	Planig										
515	Vieruthen (gut)	kiesig	Österreicher	—	12. X.	—	„	77,4	—	7,8	—
516	Rieth (sehr gut)	Letten	Österreicher u. Traminer	—	12. X.	—	„	71,7	—	8,5	—
517	Nordhelm (gut)	Schw. Letten	Österreicher	—	12. X.	—	„	74,8	—	8,9	—
	Schwabenheim a. d. Selz										
518	Mittelweg	Lehm u. Kies	„	—	13. X.	—	„	77,1	—	9,3	—
519	Gräh (gut)	„	Österreicher u. Riesling	—	13. X.	—	„	82,4	—	8,3	—
520	Vockenhausen (gut)	Grundboden	„	—	13. X.	—	„	75,5	—	9,9	—
	Selzen										
521	Sand	Sand	Österreicher	—	12. X.	—	„	77,4	—	7,6	—
522	Mörtel	„	„	—	12. X.	—	„	66,3	—	9,8	—
523	Berg	Letten	„	—	12. X.	—	„	81,3	—	8,1	—
524	— junger Weinberg	—	„	—	12. X.	—	„	62,4	—	15,7	—

Laufende Nr.	Gemarkung und Lage	Bodenart und Düngung	Traubensorte	Beobachtete Krankheiten und Schädlinge. Mittel, die dagegen angewendet wurden	Zeit der Lese und Beschaffenheit der Trauben (Art der Fäule)	Klimatische Verhältnisse, die etwa auf die Trauben eingewirkt haben	Art des Mostes (Rotwein, Weißwein, Schillerwein)	Spez. Gewicht des filtr. Mostes bei 15° C. (Grade nach Oechsle)	In 1000 ccm sind enthalten g		
									Alkohol	Freie Säuren	Mineralbestandteile
	Selzen										
525	Kuhborn (2)	—	Österreicher	—	18. X.	—	Weiß	78,0	—	7,65	—
526	Mosberg (2)	—	„	—	18. X.	—	„	80,0	—	7,20	—
527	Rosengarten (2)	—	„	—	19. X.	—	„	80,6	—	6,93	—
528	Märzen (2)	—	„	—	21. X.	—	„	81,0	—	7,6	—
	Siefersheim										
529	Sandberg	—	„	—	12. X.	—	„	80,1	—	8,8	—
530	Martinsberg (mittel)	—	„	—	12. X.	—	„	73,1	—	10,1	—
531	Heilige Berg (gut)	—	„	—	12. X.	—	„	80,0	—	9,0	—
532	Hakrez (gut)	—	„	—	12. X.	—	„	82,0	—	9,8	—
	Sörgenloch										
533	—	—	—	—	13. X.	—	„	80,6	—	9,97	—
534	—	—	—	—	13. X.	—	„	77,4	—	10,42	—
535	—	Letten	Österreicher	—	16. X.	—	„	78,7	—	11,32	—
536	—	—	—	—	16. X.	—	„	80,6	—	9,97	—
537	—	—	—	—	16. X.	—	„	77,4	—	10,42	—
	Spiesheim										
538	Käsweg	Letten	Österreicher u. Kleinberger	—	12. X.	—	„	77,8	—	8,02	—
	Sprendlingen										
539	Arach (gut)	Kies u. Lehm	Österreicher	—	12. X.	—	„	74,6	—	9,6	—
540	Wasserschell	Letten	Österreicher u. Muskateller	—	12. X.	—	„	74,6	—	9,9	—
541	Geyersberg (gut)	„	Österreicher	—	12. X.	—	„	74,6	—	9,5	—
542	Allental (mittel)	„	„	—	12. X.	—	„	72,7	—	11,1	—
543	Nölle (mittel)	„	„	—	12. X.	—	„	80,2	—	9,2	—
	Stadeken										
544	Wäldchen und Muhl	Lehm	Österreicher u. Riesling	—	13. X.	—	„	76,8	—	11,5	—
545	Leppert	Letten	Österreicher	—	13. X.	—	„	79,6	—	11,5	—
546	Horn	„	„	—	15. X.	—	„	87,8	—	11,25	—
547	Spitzberg	„	„	—	15. X.	—	„	85,9	—	10,2	—
	Udenheim										
548	Sand	Sand u. Lehm	„	—	17. X.	—	„	75,2	—	9,13	—
549	Hochgewann	Humose Letten	„	—	19. X.	—	„	75,2	—	10,12	—
	Uffhofen										
550	Pfaffenberg (mittel)	—	„	—	12. X.	—	„	64,1	—	11,1	—
551	Kieselberg (gut)	—	„	—	12. X.	—	„	76,9	—	10,0	—
552	Geisterloch (gut)	—	„	—	12. X.	—	„	71,6	—	9,2	—
	Vendersheim										
553	Weinheimer Weg	Letten	„	—	13. X.	—	„	74,1	—	9,0	—
554	Wörrstadter Weg	„	„	—	13. X.	—	„	67,6	—	8,8	—
555	Breslanden	„	Österreicher u. Traminer	—	13. X.	—	„	82,6	—	8,0	—
	Volxheim										
556	Verschied. Lagen	„	Österreicher	—	11. X.	—	„	76,2	—	10,95	—
557	„	„	„	—	11. X.	—	„	76,4	—	9,22	—
	Waldülversheim										
558	Farrenberg (2)	—	„	—	8. X.	—	„	87,0	—	7,6	—
559	„	—	„	—	8. X.	—	„	83,0	—	9,1	—

Laufende Nr.	Gemarkung und Lage	Bodenart und Düngung	Traubensorte	Beobachtete Krankheiten und Schädlinge. Mittel, die dagegen angewendet wurden	Zeit der Lese und Beschaffenheit der Trauben (Art der Fäule)	Klimatische Verhältnisse, die etwa auf die Trauben eingewirkt haben	Farbe des Mostes (Rotwein, Weißwein, Schillerwein)	Spez. Gewicht des filtr. Mostes bei 15° C. (Grade nach Oechsle)	In 1000 ccm sind enthalten g		
									Alkohol	Freie Säuren	Mineral-bestandteile
	Waldülversheim										
560	Farrenberg (2)	—	Österreicher	—	9. X.	—	Weiß	69,0	—	10,05	—
561	"	—	"	—	10. X.	—	"	86,0	—	7,75	—
562	"	—	"	—	10. X.	—	"	81,0	—	7,70	—
563	"	—	"	—	10. X.	—	"	87,0	—	7,40	—
564	"	—	"	—	11. X.	—	"	83,0	—	8,15	—
565	"	—	"	—	12. X.	—	"	71,0	—	10,3	—
566	"	—	"	—	15. X.	—	"	80,0	—	9,40	—
	Wallertheim										
567	Hornberg (mittel)	Letten	"	—	12. X.	—	"	69,8	—	11,0	—
568	Wiesberg (besser)	Kalk	"	—	12. X.	—	"	78,1	—	9,4	—
569	Borntal (mittel)	Grundboden	"	—	12. X.	—	"	75,4	—	10,0	—
	Weinheim										
570	Beste Lage	—	"	—	13. X.	—	"	64,6	—	8,5	—
571	"	—	"	—	13. X.	—	"	74,4	—	8,1	—
572	"	Letten	Österreicher u. Traminer	—	12. X.	—	"	62,6	—	9,9	—
573	Sibyllenstein	Schw. Boden	Österreicher	—	13. X.	—	"	78,5	—	7,4	—
	Weinolsheim										
574	Weid (2)	—	"	—	14. X.	—	"	71,0	—	10,2	—
	Welgersheim										
675	—	Lehm u. Letten	"	—	13. X.	—	"	76,9	—	8,25	—
	Wendelsheim										
576	Steigerberg (gut)	—	"	—	12. X.	—	"	72,9	—	11,3	—
577	Rembis "	—	"	—	12. X.	—	"	73,8	—	9,0	—
578	Hinkelstein "	—	"	—	12. X.	—	"	67,7	—	10,4	—
579	Balzhecke	—	Österreicher u. Traminer	—	12. X.	—	"	78,4	—	10,9	—
580	Kahlenberg	—	Österreicher	—	12. X.	—	"	75,9	—	10,6	—
	Wöllstein										
581	Neuweg	—	"	—	17. X.	—	"	79,4	—	11,47	—
582	Hinkelberg	—	"	—	17. X.	—	"	68,0	—	12,45	—
583	Höll	—	"	—	17. X.	—	"	78,3	—	10,12	—
584	Höll obere Lage	—	"	—	17. X.	—	"	82,8	—	11,10	—
585	Gumbsh. Sperkel	—	"	—	17. X.	—	"	67,0	—	13,1	—
	Wörrstadt										
586	Greifenberg (gut)	Schwerer Ton	Österreicher u. Traminer	—	13. X.	—	"	78,2	—	6,3	—
587	Partenheimer Weg (mittel)	Letten und Kies	Österreicher	—	13. X.	—	"	62,4	—	8,8	—
588	Eselskreisch	Lehm	"	—	13. X.	—	"	61,6	—	8,5	—
589	Kehl	—	Gemischt	—	13. X.	—	"	68,8	—	10,1	—
590	Schaalweide	—	"	—	13. X.	—	"	70,6	—	9,8	—
591	Grund	—	"	—	13. X.	—	"	76,2	—	8,8	—
592	—	—	"	—	9. X.	—	"	75,8	—	14,7	—
593	—	Letten	Österreicher	—	14. X.	—	"	64,8	—	10,2	—
	Wonsheim										
594	Wägersberg (gut)	—	"	—	12. X.	—	"	85,8	—	7,6	—
595	Ackerschläg	—	"	—	12. X.	—	"	75,6	—	9,0	—

Laufende Nr.	Gemarkung und Lage	Bodenart und Düngung	Traubensorte	Beobachtete Krankheiten und Schädlinge. Mittel, die dagegen angewendet wurden	Zeit der Lese und Beschaffenheit der Trauben (Art der Fäule)	Klimatische Verhältnisse, die etwa auf die Trauben eingewirkt haben	Farbe des Mostes (Rotwein, Weißwein, Schillerwein)	Spez. Gewicht des filtr. Mostes bei 15° C. (Grade nach Oechsle)	In 1000 ccm sind enthalten g Alkohol	Freie Säuren	Mineral-bestandteile
	Wonsheim										
596	Bergel	—	Österreicher	—	12. X.	—	Weiß	72,4	—	12,0	—
	Worms										
597	Liebfrau (3)	—	Vorwiegend Riesling	—	Okt.	—	„	95,0	—	8,62	—
598	Nettenlöcher (3)	—	„	—	„	—	„	93,0	—	9,93	—
	Zornheim										
599	—	Letten	„	—	14. X.	—	„	76,1	—	7,8	—
600	—	„	„	—	14. X.	—	„	83,5	—	7,95	—
601	—	„	Österreicher	—	14. X.	—	„	85,0	—	10,2	—
	Zotzenheim										
602	Viehtrift (gut)	„	„	—	12. X.	—	„	78,4	—	8,1	—
603	Arrach (mittel)	„	„	—	12. X.	—	„	74,6	—	8,5	—
604	Hinterm Horn (gut)	„	„	—	12. X.	—	„	80,7	—	8,2	—

B. Bergstraße, Odenwald und Oberhessen.

Bericht des chemischen Untersuchungsamtes Darmstadt.

Prof. **Dr. Weller.**

Der Stand der Reben war im April ein ganz vorzüglicher. Die Reben traten in das Frühjahr ohne irgend welchen Frostschaden im Winter erlitten zu haben, sie waren gut ausgereift, jedoch nicht übermäßig stark im Holz.

Durch das anfänglich rauhe Wetter blieb die Entwickelung der Reben etwas zurück, ging aber um so rascher bei dem schönen Wetter Ende April und Mai vorwärts, so daß man in guten Lagen Anfang Juni einzelne Blüten fand. Gegen Mitte Juni war die Blüte ziemlich allgemein und nahm bis auf einige naßkalte Tage, die namentlich in die Blütenzeit der besten Lagen eintraten, einen raschen und günstigen Verlauf. Durch diese naßkalten Tage wurde der Traubenansatz in den besten Lagen nicht unbedeutend beeinträchtigt.

Die Reben waren gegen die vorhergehenden Jahre in ihrer Entwickelung bedeutend vor, der Beerenansatz war im allgemeinen ein viel günstigerer.

Von Krankheiten traten in geringer Menge Oïdium und Peronospora auf, dieselben wurden an den Orten mit gutem Erfolg bekämpft, an welchen das Schwefeln und Spritzen obligatorisch eingeführt ist.

Infolge der sehr warmen Witterung im Juli wuchsen die Träubchen ziemlich rasch voran, als sich aber im August die Hitze noch immer steigerte und der sehr notwendige Regen ausblieb, trat durch den Mangel an Feuchtigkeit ein förmlicher Stillstand in der Entwicklung des Weinstocks ein.

Infolge der außerordentlichen Hitze wurde an den Beeren ein bläulicher Überzug wahrgenommen und die Blätter hingen matt herunter. Die Trauben reiften außergewöhnlich rasch und wurde die Haut der Beeren durch die Hitze so weich, daß dieselben bei der später eintretenden nassen Witterung zu faulen begannen. Ende August gab es dann einen lebhaften Wettersturz mit namhaften Niederschlägen, denen eine völlig kühle Witterung folgte, welche, wie im Kreise Büdingen, durch Hagelwetter sehr unheilvoll wirkte.

Wenn auch das Regenwetter mit schönen Tagen abwechselte, so war doch der September für eine Vollreife nicht sehr günstig, zumal einige heftige Stürme eintraten, die vielfach die Trauben an den Stielen verdrehten und öfters ein rasches Abfallen der Trauben bewirkten.

Infolge aller dieser Naturerscheinungen wurde die Traubenfäule sehr begünstigt, die so rasch zunahm, daß mit der Lese an den verschiedenen Orten leider schon gegen Ende September begonnen werden mußte. Bei günstigem Septemberwetter hätten die Trauben, die genügend entwickelt waren, ohne das Auftreten der Fäule noch bis in Monat Oktober hängen können und wäre dann ein ganz großartiger Wein geerntet worden, so aber mußte man sich durchschnittlich mit einem guten Mittelwein begnügen.

Dementsprechend sind auch die Mostgewichte nicht so hoch ausgefallen als wie man im Laufe des Sommers erwarten durfte, jedoch ist die Zusammensetzung der Moste aus den meisten Lagen eine derartige, daß in der Regel von einem Zuckerzusatz abgesehen werden konnte.

Quantitativ kann im Durchschnitt ein guter halber, in bevorzugten Lagen bis über $^3/_4$ Herbst angenommen werden.

Die gefundenen Maximal- und Minimalgehalte an Graden Oechsle, Säure, Zucker und Mineralbestandteilen (Asche) sind in der nachstehenden Tabelle zusammengestellt.

Tabelle I.

Übersicht der 1904er Moste.

Weinbaugebiet	Maximal- und Minimal-gehalte	Spez. Gewicht des filtrierten Mostes bei 15° C. Grade Oechsle	Säure ‰	Zucker %	Mineral-bestandteile (Asche) %
Bergstraße	Maxima	1,0940	13,950	22,04	0,4880
	Minima	1,0650	6,600	15,25	0,2440
Neckartal	Maxima	1,0900	13,350	20,06	0,3800
	Minima	1,0770	8,400	18,10	0,2176
Odenwald	Maxima	1,0900	10,200	20,85	0,4280
	Minima	1,0700	6,450	17,12	0,2360
Oberhessen	Maxima	1,0770	11,850	18,24	0,3700
	Minima	1,0640	6,000	13,41	0,2600

Moste des
Weinbaugebiet

Laufende Nr.	Gemarkung	Lage	Bodenart	Düngung	Gehört die Lage zu den besten, mittleren oder geringeren Weinbergen	Traubensorte	Beobachtete Krankheiten u. Schädlinge
1	Alsbach	Wallrat	Lehm	Stallmist	beste	Portugieser, Österr., Riesling	Keine
2	"	"	"	"	"	Österr., Riesling	"
3	"	Grünchen	Kies	"	mittl.	"	"
4	"	Vogelsang	Lehm	"	"	Portugieser, Österr., Riesling	"
5	"	Salbenberg	Kies	"	gering.	Österr., Riesling	"
6	"	"	Lehm, Kies	"	"	"	"
7	Auerbach	Emmertal	Lehm	"	beste	"	"
8	"	Kalberg	Gem. Boden	"	gering.	Österreicher	"
9	"	Rottberg	Kies	"	beste	Riesling	"
10	"	Rotheberg	Lehm	"	mittl.	Österreicher	"
11	"	Emmertal	"	"	beste	Gemischter Satz	"
12	"	Grieselberg	"	"	mittl.	Österreicher	"
13	"	Rottberg	Kies	"	beste	Riesling	"
14	"	Emmertal	Stein	"	"	Österr., Riesling	"
15	"	Rottberg	Kies	"	"	Riesling	"
16	"	"	"	"	"	"	"
17	"	Kalberg	Gem. Boden	"	mittl.	Österreicher	"
18	"	Mühlbächelchen	Stein	"	beste	Riesling	"
19	"	Schinn	Löß	"	mittl.	Österreicher	"
20	"	Rott	Kies	"	beste	Riesling	"
21	"	Schinn, Kalberg	Löß	"	gering.	Österreicher	"
22	"	Kalberg	"	"	mittl.	"	"
23	"	Rottberg	Kies	"	beste	Riesling	"
24	"	Grieselberg	Lehm	"	mittl.	Österreicher	"
25	"	"	"	"	"	"	"
26	"	Schinn	Löß	"	gering.	"	"
27	"	Rottberg	Stein	"	mittl.	Riesling	"
28	"	Schloßberg	"	"	"	Österr., Riesling	"
29	"	Rottberg	"	"	beste	Riesling	"
30	"	Unterer Burgweg	"	"	"	Österr., Riesling	"
31	"	Oberer Burgweg	"	"	"	"	"
32	"	Schloßberg	"	"	"	"	"
33	"	Fürstenlager, Roßbach	Kies, Stein, Lehm	"	"	Gemischter Satz	"
34	"	" Altarberg	"	"	gering.	"	"
35	Bensheim	Eichelberg	Lehm	"	beste	Riesling, Österr.	"
36	"	Käsetal	Sand	"	gering.	"	"
37	"	Vetzersberg	Kies	"	beste	"	"
38	"	Kalkgasse	"	"	"	Riesling	"
39	"	Gräfenberg	"	"	"	"	"
40	"	Heimche	"	"	"	Riesling, Österr.	"
41	"	Hohberg	Löß	"	"	"	"
42	"	Kirchberg	Kies	"	"	"	"

Jahres 1904.

Bergstraße.

Mittel, die dagegen angewendet wurden	Zeit der Lese 1904	Beschaffenheit der Trauben (Art der Fäule)	Klimatische Verhältnisse, die etwa auf die Trauben eingewirkt haben	Art des Mostes (Rot-, Weiß- oder Schillerwein)	Zeit der Untersuchung 1904	Spezifisches Gewicht des filtrierten Mostes bei 15° C. (Grade nach Oechsle)	Freie Säuren (Gesamtsäuren) g in 100 ccm	Zucker %	Alkohol g %	Mineralbestandteile %
Gespritzt und geschwefelt	1. 10	Keine	Heißer Sommer, zuletzt Regen	Weiß	5. 9.	1,0800 (korr.)	0,9450	18,70	2,16	0,2896
"	1. 10.	"	"	"	5. 9.	1,0800 "	1,0800	18,86	5,20	0,3720
"	1. 10.	"	"	"	5. 9.	1,0790 "	0,9200	18,15	1,88	0,3800
"	1. 10.	"	"	"	5. 9.	1,0830 "	0,9000	19,14	1,22	0,3640
"	1. 10.	"	"	"	5. 9.	1,0700 "	0,9300	15,77	7,80	0,3480
"	1. 10.	"	"	"	5. 9.	1,0800 "	0,8250	18,35	0,96	0,4320
"	26. 9.	Etwas faul	"	"	30. 9.	1,0860	0,9225	18,48	0	0,3356
"	26. 9.	Keine	"	"	30. 9	1,0850	0,7875	18,85	0	0,3880
"	26. 9.	"	"	"	30. 9.	1,0800	0,9225	18,43	0	0,3852
"	27. 9.	Etwas faul	"	"	30. 9.	1,0810	0,9160	18,24	0	0,4424
"	27. 9.	Keine	"	"	30. 9.	1,0800	0,8175	19,33	0	0,3644
"	26. 9.	Ziemlich faul	"	"	30. 9.	1,0820	0,8025	18,34	0	0,3536
"	27. 9.	Keine	"	"	30. 9.	1,0770	1,0875	17,45	0	0,3992
"	27. 9.	"	"	"	30. 9	1,0900	0,7425	19,94	0	0,3944
"	27. 9.	"	"	"	30. 9.	1,0840	0,8475	18,20	0	0,4420
"	27. 9.	"	"	"	30. 9.	1,0770	0,8850	17,59	0	0,3992
"	27. 9.	Etwas faul	"	"	30. 9.	1,0840	0,9900	18,10	0	0,3244
"	27. 9.	Keine	"	"	30. 9.	1,0780	1,0505	17,63	0	0,4044
"	27. 9.	"	"	"	30. 9.	1,0790	0,8025	18,43	0	0,4604
"	27. 9.	"	"	"	30. 9.	1,0770	0,8925	18,20	0	0,3260
"	26. 9.	"	"	"	30. 9.	1,0820	0,9225	19,09	0	0,3676
"	27. 9.	Etwas faul	"	"	30. 9.	1,0810	0,9375	18,53	0	0,3440
"	26. 9.	Keine	"	"	30. 9.	1,0820	0,8100	18,05	0	0,3676
"	27. 9.	"	"	"	30. 9.	1,0810	0,9075	19,19	0	0,4404
"	27. 9.	"	"	"	30. 9.	1,0810	0,9225	18,20	0	0,3260
"	27. 9.	"	"	"	30. 9.	1,0870	0,9300	18,85	0	0,3992
"	27. 9.	"	"	"	30. 9.	1,0790	0,9900	18,69	0	0,3840
"	27. 9.	"	"	"	30. 9.	1,0830	1,0875	19,17	0	0,3720
"	27. 9.	"	"	"	30. 9.	1,0800	0,9300	19,39	0	0,3680
"	27. 9.	"	"	"	30. 9.	1,0800	1,0800	19,18	0	0,3560
"	27. 9.	"	"	"	30. 9.	1,0830	1,1400	19,23	0	0,3600
"	27. 9.	"	"	"	30. 9.	1,0851	1,1625	19,13	0	0,4016
"	11. 10.	Ziemlich vorhanden	"	"	12. 10.	1,0920	0,7650	21,10	0	0,3448
"	11. 10.	"	"	"	12. 10.	1,0880	0,7350	20,49	0	0,3804
"	29. 9.	Keine	"	"	30. 9	1,0780	0,9300	18,05	0	0,3760
"	29. 9.	"	"	"	30. 9.	1,0800	1,1100	19,09	0	0,3820
"	29. 9.	"	"	"	30. 9.	1,0850	0,9375	19,37	0	0,3720
"	30. 9.	"	"	"	30. 9.	1,0810	0,9600	18,85	0	0,3600
"	30. 9.	"	"	"	30. 9.	1,0760	1,0950	18,96	0	0,3840
"	30. 9.	"	"	"	30. 9.	1,0800	0,7800	18,53	0	0,4080
"	30. 9.	"	"	"	30. 9.	1,0780	0,8250	17,96	0	0,3760
"	30. 9.	"	"	"	30. 9.	1,0770	0,9975	17,91	0	0,3280

Laufende Nr.	Gemarkung	Lage	Bodenart	Düngung	Gehört die Lage zu den besten, mittleren oder geringeren Weinbergen	Traubensorte	Beobachtete Krankheiten u. Schädlinge
43	Bensheim	Hemsberg	Kies	Stallmist	beste	Riesling, Österr.	Keine
44	"	Streichling	"	"	"	"	"
45	"	Röder	"	"	mittl.	"	"
46	"	Käsetal	Lehm	"	beste	"	"
47	"	Gewann	Kies	"	mittl.	"	"
48	"	Zellerpfad	Löß	"	"	"	"
49	"	Hahnberg	Kies, Letten	"	beste	"	"
50	"	Hinterer Hohberg	Kies	"	mittl.	"	"
51	"	Oberer Hemsberg	"	"	"	"	"
52	"	Hahnmühle	"	"	beste	"	"
53	"	Kirchberg	"	"	"	"	"
54	"	Paulus	Letten, Stein	"	"	"	"
55	"	Käsetal	Löß	"	"	"	"
56	"	Wolfsmagen	Kies, Letten	"	"	"	"
57	"	Kalkgasse	Kies	"	"	"	"
58	"	Hessler	Kies, Letten	"	"	"	"
59	"	Hunsrück	Löß	"	gering.	Österreicher	"
60	"	Geiersberg	"	"	beste	Österr., Riesling	"
61	"	Schnabelkrug	"	"	mittl.	Österreicher	"
62	"	Mühlweg	Kies	"	beste	"	"
63	"	Langer Jakob	Letten, Stein	"	"	Riesling	"
64	"	Kirchberg	Kies	"	"	Österr., Riesling	"
65	"	Kalkgasse	"	"	"	"	"
66	"	"	"	"	"	"	"
67	Gronau	Unterer Dorf	Sand	"	"	Riesling, Gutedel	Heuwurm
68	"	Unterer Dorf u.d. Au	"	"	"	"	"
69	"	Steinförst	"	"	"	Gemischt	"
70	"	Knoblauchsgrund	Lehm	"	mittl.	"	"
71	"	Steinförst	"	"	"	"	"
72	"	Knoblauchsgrund	"	"	"	"	"
73	"	Auweg	Löß	"	gering.	"	"
74	"	Hinter den Zäunen	"	"	"	"	"
75	"	Unterer Dorf	"	"	"	"	"
76	Hambach	Stemmler	Kies	"	mittl.	Riesling	Keine
77	"	Först	"	"	beste	"	"
78	"	Breidenweg	"	"	"	"	"
79	"	Först	"	"	"	"	"
80	"	Vorderer Krist	"	"	"	"	"
81	"	Hinterer Krist	Löß	"	"	"	"
82	"	"	Kies	"	"	"	"
83	"	Mittlerer Krist	Löß	"	"	"	"
84	"	Steinkopf	Kies	"	"	"	"
85	"	Haunerst	Löß	"	"	"	"
86	"	Krück	Kies	"	"	"	"
87	"	Grissen	"	"	"	"	"
88	Heppenheim	Kies	Kies, Löß	"	mittl.	"	"

Mittel, die dagegen angewendet wurden	Zeit der Lese 1904	Beschaffenheit der Trauben (Art der Fäule)	Klimatische Verhältnisse, die etwa auf die Trauben eingewirkt haben	Art des Mostes (Rot, Weiß- oder Schillerwein)	Zeit der Untersuchung 1904	Spezifisches Gewicht des filtrierten Mostes bei 15° C. (Grade nach Oechsle)	Freie Säuren (Gesamtsäuren) g in 100 ccm	Zucker %	Alkohol g %	Mineralbestandteile %
Gespritzt und geschwefelt	30. 9.	Keine	Heißer Sommer, zuletzt Regen	Weiß	30. 9.	1,0850 (korr.)	0,9750	19,79	1,33	0,3120
„	30. 9.	„	„	„	30. 9.	1,0850	0,9150	19,33	0	0,3600
„	30. 9.	„	„	„	30. 9.	1,0860	1,2075	19,95	0	0,3240
„	29. 9.	„	„	„	30. 9.	1,0832	1,1475	19,03	0	0,3280
„	30. 9.	„	„	„	30. 9.	1,0830	1,0950	19,15	0	0,3800
„	30. 9.	„	„	„	30. 9.	1,0860 (korr.)	1,2150	20,03	1,50	0,3460
„	30. 9.	„	„	„	30. 9.	1,0790	1,0425	18,98	0	0,3760
„	30. 9.	„	„	„	30. 9.	1,0780	1,0875	18,29	0	0,3000
„	30. 9.	„	„	„	30. 9.	1,0860 (korr.)	1,2150	20,03	1,17	0,3968
„	30. 9.	„	„	„	30. 9.	1,0780	0,9823	18,63	0	0,3868
„	30. 9.	„	„	„	30. 9.	1,0890	1,0350	19,69	0	0,3780
„	30. 9.	„	„	„	30. 9.	1,0880	1,0875	19,33	0	0,3560
„	30. 9.	„	„	„	30. 9.	1,0870	0,9975	19,12	0	0,3440
„	30. 9.	„	„	„	30. 9.	1,0790	1,0100	18,92	0	0,3520
„	30. 9.	„	„	„	30. 9.	1,0800	0,9600	19,11	0	0,3500
„	30. 9.	„	„	„	30. 9.	1,0880 (korr.)	1,2150	21,90	2,04	0,3920
„	30. 9.	„	„	„	30. 9.	1,0880 „	1,2075	21,86	2,16	0,3600
„	30. 9.	„	„	„	30. 9.	1,0820	1,0125	19,68	0	0,3120
„	30. 9.	„	„	„	30. 9.	1,0880 (korr.)	1,2525	21,79	1,99	0,3280
„	30. 9.	„	„	„	30. 9.	1,0780	0,9600	18,22	0	0,3800
„	30. 9.	„	„	„	30. 9.	1,0781	1,1625	18,21	0	0,3080
„	30. 9.	„	„	„	5. 10.	1,0840	0,8475	19,28	0	0,3440
„	30. 9.	„	„	„	5. 10.	1,0870	0,9000	19,57	0	0,3504
„	30. 9.	„	„	„	5. 10.	1,0980	0,8250	21,36	0	0,3480
„	1. 10.	Nicht viel faul	„	„	3. 10.	1,0742	1,2200	17,01	0	0,4032
„	1. 10.	„	„	„	3. 10.	1,0850 (korr.)	1,1425	19,95	3,06	0,4440
„	1. 10.	„	„	„	3. 10.	1,0830 „	1,2075	19,06	2,82	0,4000
„	1. 10.	„	„	„	3. 10.	1,0750	1,2675	17,45	0	0,4080
„	1. 10.	„	„	„	3. 10.	1,0760	1,2075	17,91	0	0,3720
„	1. 10.	„	„	„	3. 10.	1,0760 (korr.)	1,2900	17,76	1,06	0,3840
„	1. 10.	„	„	„	3. 10.	1,0850 „	1,0875	19,76	3,12	0,3696
„	1. 10.	„	„	„	3. 10.	1,0850 „	1,2150	19,80	2,49	0,4360
„	1. 10.	„	„	„	3. 10.	1,0740	1,3050	16,72	0,80	0,4264
„	27. 9.	Keine	„	„	28. 9.	1,0780	1,1625	18,14	0	0,3200
„	27. 9.	„	„	„	28. 9.	1,0790	1,1850	18,55	0	0,3960
„	27. 9.	„	„	„	28. 9.	1,0702	1,1200	17,50	0	0,3696
„	27. 9.	„	„	„	28. 9.	1,0751	1,2150	18,02	0	0,4360
„	27. 9.	„	„	„	28. 9.	1,0820	0,9975	19,25	0	0,3680
„	27. 9.	„	„	„	28. 9.	1,0792	1,2075	18,20	0	0,3760
„	27. 9.	„	„	„	28. 9.	1,0840	1,3800	18,38	0	0,3860
„	27. 9.	„	„	„	28. 9.	1,0800	1,3125	18,53	0	0,3120
„	27. 9.	„	„	„	28. 9.	1,0830	1,0800	18,76	0	0,4240
„	27. 9.	„	„	„	28. 9.	1,0790	1,1100	18,53	0	0,3680
„	27. 9.	„	„	„	28. 9.	1,0770	0,9900	18,29	0	0,4200
„	27. 9.	„	„	„	28. 9.	1,0810	1,1400	18,57	0	0,3940
„	27. 9.	„	„	„	27. 9.	1,0822	0,8250	18,24	0	0,2680

Laufende Nr.	Gemarkung	Lage	Bodenart	Düngung	Gehört die Lage zu den besten, mittleren oder geringeren Weinbergen	Traubensorte	Beobachtete Krankheiten u. Schädlinge
89	Heppenheim	Eckweg	Löß, Lehm	Stallmist	mittl.	Riesling	Keine
90	„	Mausenest	Kies, Löß	„	beste	Österreicher	„
91	„	Waißer Rain	Löß	„	„	„	„
92	„	Offenberg	Gem. Boden	„	„	„	„
93	„	Bingärtchen	Stein	„	„	„	„
94	„	Schloßberg	Gem. Boden	„	„	„	„
95	„	Blinzig	„	„	„	„	„
96	„	Stai	Kies, Löß	„	„	„	„
97	„	Landberg	Gem. Boden	„	„	„	„
98	„	Gesalzenes Wasser	Letten	„	„	„	„
99	„	Erbel	Löß	„	„	„	„
100	„	Stemmler	Löß, Stein	„	„	„	„
101	„	Essigkamm	Löß	„	„	„	„
102	„	Bombach	Kies	„	„	„	„
103	„	Schloßberg	Stein	„	„	„	„
104	„	Maiberg	„	„	mittl.	„	„
105	„	Blinzig	Kies	„	„	„	„
106	„	Eckweg	Löß, Lehm	„	„	„	„
107	„	Steinkopf	Stein	—	beste	„	„
108	„	Knocheneck	„	Stallmist	„	Riesling - Österr.	„
109	„	Eckweg	Lehm, Löß	„	„	„	„
110	„	Stemmler	Löß, Stein	„	„	Österreicher	„
111	„	Mausenest	Löß	„	„	„	„
112	„	Krick	„	„	„	„	„
113	„	Frohnweinberg	„	„	mittl.	„	„
114	„	Zellerberg	Kies	„	„	Riesling, Österr.	„
115	„	Bombach	„	„	„	Österreicher	„
116	„	Krigk	Lehm	„	„	„	„
117	„	Mausenest	Löß	„	„	„	„
118	„	Geisberg	Kies	„	„	Österr., Riesling	„
119	„	Vottersberg	„	„	„	Österreicher	„
120	„	Drosselberg	Kies, Löß	„	„	„	„
121	„	Schneidemühl	Kies, Geröll	„	„	Österr., Riesling	„
122	Ingenheim	Ebene	Sand	„	„	„	„
123	„	„	„	„	beste	Gemischter Satz	„
124	„	„	„	„	„	„	„
125	„	„	„	„	„	„	„
126	„	„	„	„	„	„	„
127	Nordheim	Werk „A“	„	„	mittl.	2/3 Österreicher, 1/3 Riesling	teilweise Oïdium
128	„	Fahrweg rechts	„	„	beste	„	Keine
129	„	Fahrweg links	Lehm	„	„	„	„
130	„	Wingertsgewann	Sand	„	mittl.	1/3 Österr., 2/3 Riesl.	„
131	„	Fahrweg links	Schw. Boden	„	beste	2/3 „ 1/3 „	„
132	„	Wingertsgewann	Sand	„	„	2/3 „ 1/3 „	„
133	„	Links am Fahrweg	Lehm	„	mittl.	1/3 „ 2/3 „	„

Mittel, die dagegen angewendet wurden	Zeit der Lese 1904	Beschaffenheit der Trauben (Art der Fäule)	Klimatische Verhältnisse, die etwa auf die Trauben eingewirkt haben	Art des Mostes (Rot-, Weiß- oder Schillerwein)	Zeit der Untersuchung 1904	Spezifisches Gewicht des filtrierten Mostes bei 15° C. (Grade nach Oechsle)	Freie Säuren (Gesamtsäuren) g in 100 ccm	Zucker %	Alkohol g %	Mineralbestandteile %
Gespritzt und geschwefelt	27. 9.	Keine	Heißer Sommer, zuletzt Regen	Weiß	27. 9.	1,0819	0,9150	19,00	0	0,3360
„	27. 9.	„	„	„	27. 9.	1,0682	0,9075	16,05	0	0,3200
„	27. 9.	„	„	„	27. 9.	1,0675	0,9150	16,73	0	0,3360
„	27. 9.	„	„	„	27. 9.	1,0762	0,8850	19,18	0	0,3640
„	27. 9.	„	„	„	27. 9.	1,0819	0,9150	19,43	0	0,2840
„	27. 9.	„	„	„	27. 9.	1,0791	0,8625	18,10	0	0,3000
„	27. 9.	„	„	„	27. 9.	1,0681	1,0650	16,26	0	0,3720
„	27. 9.	„	„	„	27. 9.	1,0701	1,0025	17,28	0	0,3600
„	27. 9.	„	„	„	27. 9.	1,0750	1,0025	17,86	0	0,3480
„	27. 9.	„	„	„	27. 9.	1,0712	0,6600	17,62	0	0,3840
„	27. 9.	„	„	„	27. 9.	1,0750	0,9675	18,85	0	0,3504
„	27. 9.	„	„	„	27. 9.	1,0800	0,8100	16,93	0	0,3480
„	27. 9.	„	„	„	27. 9.	1,0740	0,9750	17,45	0	0,3280
„	27. 9.	„	„	„	27. 9.	1,0720	0,7500	17,26	0	0,3600
„	27. 9.	„	„	„	27. 9.	1,0700	0,8100	16,43	0	0,2760
„	27. 9.	„	„	„	27. 9.	1,0690	1,0200	15,88	0	0,2600
„	27. 9.	„	„	„	27. 9.	1,0690	0,9600	16,61	0	0,3000
„	27. 9.	„	„	„	27. 9.	1,0670 .	0,9150	16,11	0	0,3060
„	27. 9.	„	„	„	27. 9.	1,0740	0,9225	17,36	0	0,3400
„	27. 9	Viel faule	„	„	27. 9.	1,0730	0,8625	17,13	0	0,2720
„	27. 9.	Keine	„	„	27. 9.	1,0702	0,9300	17,44	0	0,2880
„	27. 9.	„	„	„	27. 9.	1,0831	0,8500	19,80	0	0,2920
„	27. 9.	„	„	„	27. 9.	1,0740	0,9150	17,18	0	0,3120
„	27. 9.	„	„	„	27. 9.	1,0751	0,9675	18,05	0	0,2600
„	27. 9.	„	„	„	27. 9.	1,0755	1,0650	18,04	0	0,3064
„	27. 9.	„	„	„	27. 9.	1,0730	1,0125	17,63	0	0,3050
„	27. 9.	„	„	„	27. 9.	1,0712	1,2375	17,11	0	0,2440
„	27. 9.	„	„	„	27. 9.	1,0830 (korr.)	1,0850	19,58	1,60	0,2940
„	27. 9.	„	„	„	27. 9.	1,0760	1,2150	18,12	0	0,2784
„	27. 9.	„	„	„	27. 9.	1,0650	1,3950	15,25	0	0,3440
„	27. 9.	„	„	„	27. 9.	1,0660	1,3200	15,83	0	0,3320
„	27. 9.	„	„	„	27. 9.	1,0690	1,0650	15,79	0	0,3240
„	27. 9.	„	„	„	27. 9.	1,0700	1,0350	16,29	0	0,3312
„	1. 10.	„	„	„	5. 10.	1,0910	1,0200	21,10	0	0,4456
„	1. 10.	„	„	„	5. 10	1,0800 (korr.)	1,0425	18,97	1,06	0,3120
„	1. 10.	„	„	„	5. 10.	1,0900 „	1,0800	20,10	3,35	0,3248
„	1. 10.	„	„	„	5. 10.	1,0800 „	0,9150	18,78	7,53	0,2720
„	1. 10.	„	„	„	5. 10.	1,0800	1,0350	18,53	0	0,2768
„	29. 9.	Grün	„	„	1. 10.	1,0820 (korr.)	1,1400	19,21	1,71	0,3520
„	29. 9.	Etw. edelfaul	„	„	1. 10.	1,0810	1,2750	18,90	0	0,4280
„	29. 9.	„	„	„	1. 10.	1,0780	1,2825	18,10	0	0,3080
„	29. 9.	Keine	„	„	1. 10.	1,0860 (korr.)	1,2600	20,02	1,12	0,3840
„	29. 9.	„	„	„	1. 10.	1,0800	1,2000	18,43	0	0,3820
„	29. 9.	„	„	„	1. 10.	1,0800 (korr.)	0,8250	18,77	1,17	0,4400
„	29. 9.	„	„	„	1. 10.	1,0850 „	1,0125	19,48	0,85	0,3400

Laufende Nr.	Gemarkung	Lage	Bodenart	Düngung	Gehört die Lage zu den besten, mittleren oder geringeren Weinbergen	Traubensorte	Beobachtete Krankheiten u. Schädlinge
134	Nordheim	Wingertsgewann	Lehm	Stallmist,	mittl.	1/3 Portugieser, 2/3 Österreicher	Keine
135	"	Fahrweg, links	"	"	beste	1/3 Riesling, 2/3 Österreicher	"
136	"	Wormserweg	"	"	gering.	Riesling	"
137	Seeheim	Hahnböhl u. Sechsmorgen	Sand, Löß	"	beste	Österreicher, Riesling	"
138	"	Bahndorf u. Güldenwingert	"	"	"	"	"
139	"	Sechsmorgen	Lehm	"	mittl.	"	"
140	"	Sechsmorgen, Hartel, Brauneberg	Lehm, Stein	"	beste	Österreicher	"
141	"	Hahnweg	Lehm, Sand	"	"	Österr., Riesling	"
142	"	Hasenwedel	Sand, Löß	"	mittl.	"	"
143	"	Brauneberg	Lehm, Stein	"	beste	"	"
144	"	Güldenwingert, Hahnböhl, Sechsmorgen, Brauneberg, Hartel	Sand, Lehm, Stein	"	"	"	"
145	"	Brauneberg	Steingeröll	"	"	"	"
146	"	Brauneberg, Hahnböhl, Sechsmorgen, Güldenwingert	Sand, Lehm, Steingeröll	"	"	"	"
147	"	Fürstenlager Brauneberg	Lehm, Löß	"	"	"	"
148	"	"	"	"	gering.	"	"
149	Schönberg	Sommerseite	Kies, Sand	Stallmist, künstl. Dünger	beste	"	"
150	Zell	Im Weidegrund	Kies	Stallmist	mittl.	"	"
151	"	Im Schlag	Löß, Lehm	"	"	Portug., Österr.	"
152	"	Im Gehren	"	"	"	Österreicher	"
153	"	Auf dem Hahn	"	"	beste	"	"
154	"	Hemsberg	Löß	"	"	"	"
155	"	Wolfsmagen	Kies	"	"	Riesling, Österr.	"
156	"	Kirchberg	Löß	"	"	Österreicher	"
157	Zwingenberg	Krämer	"	"	mittl.	Österr., Riesling	"
158	"	Alter Graben	Lehm, Löß	"	"	"	"
159	"	Rohbächer	Löß	"	"	"	"
160	"	Krämer	"	"	"	"	"
161	"	Struppenberg	Kies	"	beste	"	"
162	"	Braunert	Sand	"	mittl.	"	"
163	"	Greberg	Löß	"	"	"	"
164	"	Derbis	"	"	"	"	"
165	"	Gras	Sand	"	"	"	"
166	"	Drößling	Löß	"	"	"	"
167	"	Schulgrund	Kies	"	beste	"	"

Mittel, die dagegen angewendet wurden	Zeit der Lese 1904	Beschaffenheit der Trauben (Art der Fäule)	Klimatische Verhältnisse, die etwa auf die Trauben eingewirkt haben	Art des Mostes (Rot-, Weiß- oder Schillerwein)	Zeit der Untersuchung 1904	Spezifisches Gewicht des filtrierten Mostes bei 15° C. (Grade nach Oechsle)	Freie Säuren (Gesamtsäuren) g in 100 ccm	Zucker %	Alkohol g %	Mineralbestandteile %
Gespritzt und geschwefelt	29. 9.	Keine	Heißer Sommer, zuletzt Regen	Schiller	1. 10.	1,0830 (korr.)	0,9900	19,20	0,74	0,4880
„	29. 9.	Etwas edelfaul	„	Weiß	1. 10.	1,0780	0,9000	18,15	0	0,4200
„	29. 9.	Keine	„	„	1. 10.	1,0800	1,2750	18,53	0	0,3280
„	26. 9.	„	„	„	1. 10.	1,0810 (korr.)	1,1625	18,75	4,23	0,3984
„	26. 9.	„	„	„	1. 10.	1,0780 „	1,1250	18,08	0,58	0,3720
„	26. 9.	„	„	„	1. 10.	1,0800 „	0,9450	18,67	4,17	0,4480
„	26. 9.	„	„	„	1. 10.	1,0870 „	1,1525	21,40	2,21	0,3320
„	26. 9.	„	„	„	1. 10.	1,0870 „	1,1400	21,17	3,64	0,2560
„	26. 9.	„	„	„	1. 10.	1,0850 „	1,3050	19,52	3,06	0,2928
„	26. 9.	„	„	„	1. 10.	1,0800 „	1,3350	18,48	2,16	0,3080
„	26. 9.	„	„	„	1. 10.	1,0800 „	1,1700	19,06	5,66	0,2976
„	26. 9.	„	„	„	1. 10.	1,0810 „	1,0275	19,15	2,94	0,3920
„	26. 9.	„	„	„	1. 10.	1,0800 „	1,0575	18,59	2,77	0,4240
„	14. 10.	„	„	„	1. 10.	1,0850	0,8850	19,82	0	0,3168
„	14. 10.	„	„	„	1. 10.	1,0820	0,9975	19,13	0	0,3072
„	5. 10.	Etwas faul	„	„	8. 10.	1,0940	1,0650	22,04	0	0,3472
„	29. 9.	Geringe Fäule	„	„	3. 10.	1,0830 (korr.)	1,0125	19,26	1,44	0,3480
„	29. 9.	„	„	„	3. 10.	1,0800 „	1,0800	18,74	1,22	0,3784
„	29. 9.	„	„	„	3. 10.	1,0850 „	1,1100	19,53	1,39	0,4040
„	29. 9.	„	„	„	3. 10.	1,0800 „	1,0200	18,78	1,06	0,3760
„	29. 9.	„	„	„	3. 10.	1,0800 „	1,0575	18,74	3,81	0,2864
„	29. 9.	„	„	„	3. 10.	1,0800 „	1,2225	18,78	1,66	0,4048
„	29. 9.	„	„	„	3. 10.	1,0791	1,0835	18,31	0	0,4184
„	26. 9.	Keine	„	„	28. 9.	1,0751	0,8925	17,95	0	0,4320
„	26. 9.	„	„	„	28. 9.	1,0812	0,9450	19,09	0	0,3880
„	26. 9.	„	„	„	28. 9.	1,0782	0,9900	18,71	0	0,3460
„	26. 9.	„	„	„	28. 9.	1,0751	1,0350	17,81	0	0,3840
„	26. 9.	„	„	„	28. 9.	1,0751	1,0275	17,89	0	0,3920
„	26. 9.	„	„	„	28. 9	1,0820 (korr.)	0,8100	19,40	9,42	0,3320
„	26. 9.	„	„	„	28. 9.	1,0870 „	1,0350	19,99	1,44	0,3600
„	26. 9.	„	„	„	28. 9.	1,0810	0,9900	19,02	0	0,3820
„	26. 9.	„	„	„	28. 9.	1,0800 (korr)	0,9900	19,09	1,50	0,2680
„	26. 9.	„	„	„	28. 9.	1,0820 „	1,0425	19,59	2,10	0,3600
„	26. 9.	„	„	„	28. 9.	1,0761	1,0650	18,11	0	0,3500

Weinbaugebiet

Laufende Nr.	Gemarkung	Lage	Bodenart	Düngung	Gehört die Lage zu den besten, mittleren oder geringeren Weinbergen	Traubensorte	Beobachtete Krankheiten u. Schädlinge
1	Wimpfen	Steinweg	Schwer. Kies	Stallmist	mittl.	Gemischter Satz	Keine
2	„	Tauschenberg	Kies	„	„	„	„
3	„	Kimbach	„	„	„	„	„
4	„	Hedrichsberg	„	„	beste	„	„
5	„	Michelbach	„	„	mittl.	„	„
6	„	Galgenberg	„	„	„	„	„
7	„	Alleyberg	„	„	beste	„	„
8	„	Höhe	Schwerer Lehm	Thomasmehl	mittl.	„	„
9	„	Hetzenberg	Kies	Stallmist	„	„	„
10	„	Altarberg	Lehm	„	beste	„	„
11	„	Beeder	Letten	„	mittl.	„	„
12	„	Stahlbächer	„	„	„	„	„
13	„	Lohwasen	„	„	„	„	„
14	„	Setz	„	„	„	„	„
15	„	Wanne	„	„	„	„	„
16	„	Spitzenberg	„	„	„	„	„
17	„	Klempen	Lehm	„	„	„	„
18	„	Sommerberg	Kalk	„	beste	„	„
19	„	Neidig	Letten	„	gering.	„	„

Weinbaugebiet

Laufende Nr.	Gemarkung	Lage	Bodenart	Düngung	Gehört die Lage zu den besten, mittleren oder geringeren Weinbergen	Traubensorte	Beobachtete Krankheiten u. Schädlinge
1	Heubach	Hardberg	Letten	—	beste	Österreicher, Portugieser	Keine
2	„	Eich	Sand	Stallmist	gering.	„	„
3	„	„	„	„	„	„	„
4	„	Hardberg	Letten	—	beste	„	„
5	„	Raibacherweg	„	Stallmist	„	„	„
6	„	Eich	Sand	„	mittl.	„	„
7	„	Raibacherweg	Letten	—	beste	„	„
8	„	Eich	Sand	Stallmist	mittl.	„	„
9	„	Hardberg	Letten	—	„	„	„
10	„	Rote Äcker	„	Mist und Chilisalpeter	beste	„	„
11	Groß-Umstadt	Steinkrück	Steingeröll	Stallmist	mittl.	Österr., Riesling, Traminer	„
12	„	Ziegelwald	Letten, Stein	„	„	„	„
13	„	„	„	Hornspäne	„	„	„
14	„	„	„	„	„	„	„
15	„	„	„	„	„	„	„
16	„	Hinterer Neuberg	Stein	Stallmist	„	Österr., Riesling	„
17	„	Vorderer Neuberg	„	„	„	Gemischter Satz	„

Mittel, die dagegen angewendet wurden	Zeit der Lese 1904	Beschaffenheit der Trauben (Art der Fäule)	Klimatische Verhältnisse, die etwa auf die Trauben eingewirkt haben	Art des Mostes (Rot-, Weiß- oder Schillerwein)	Zeit der Untersuchung 1904	Spezifisches Gewicht des filtrierten Mostes bei 15° C. (Grade nach Oechsle)	Freie Säuren (Gesamtsäuren) g in 100 ccm	Zucker %	Alkohol g %	Mineralbestandteile %
Neckartal.										
Gespritzt und geschwefelt	5. 10.	Keine	Heißer Sommer, zuletzt Regen	Schiller	7. 10.	1,0887 (korr.)	1,2150	20,06	1,17	0,3200
„	5. 10.	„	„	„	7. 10.	1,0780	0,9375	18,13	0	0,3800
„	5. 10.	„	„	„	7. 10.	1,0788 (korr.)	1,1850	18,14	0,58	0,3568
„	5. 10.	„	„	„	7. 10.	1,0900	0,9000	19,90	0	0,2840
„	5. 10.	„	„	„	7. 10.	1,0824 (korr.)	1,1775	19,06	0,64	0,2560
„	5. 10.	„	„	„	7. 10.	1,0818 „	1,3350	18,89	0,58	0,2896
„	5. 10.	„	„	„	7. 10.	1,0800	1,0850	19,10	0	0,3088
„	5. 10.	„	„	„	7. 10.	1,0800	1,0800	18,57	0	0,3200
„	5. 10.	„	„	„	7. 10.	1,0780	0,9600	18,10	0	0,3376
„	5. 10.	„	„	„	7. 10.	1,0812 (korr.)	0,8400	18,58	1,12	0,2640
„	5. 10.	„	„	„	7. 10.	1,0840	0,9975	19,28	0	0,2904
„	5. 10.	„	„	„	7. 10.	1,0795 (korr.)	1,0200	18,26	0,85	0,3330
„	5. 10.	„	„	„	7. 10.	1,0824 „	0,8625	18,74	0,74	0,3368
„	5. 10.	„	„	„	7. 10.	1,0860	0,9150	19,47	0	0,2664
„	5. 10.	„	„	„	7. 10.	1,0793 (korr.)	0,9000	18,18	1,33	0,3400
„	5. 10.	„	„	„	7. 10.	1,0820	1,0050	19,09	0	0,3520
„	5. 10.	„	„	„	7. 10.	1,0800	1,1400	18,62	0	0,3280
„	5. 10.	„	„	„	7. 10.	1,0770	0,9150	18,15	0	0,2440
„	5. 10.	„	„	„	7. 10.	1,0814 (korr.)	1,1850	18,49	0,64	0,2176
Odenwald.										
Gespritzt und geschwefelt	11. 10.	Keine	Heißer Sommer, zuletzt Regen	Schiller	12. 10.	1,0800	0,9975	18,53	0	0,2880
„	11. 10.	„	„	Weiß	12. 10.	1,0810 (korr.)	0,9150	18,77	0,64	0,3384
„	11. 10.	„	„	Schiller	12. 10.	1,0810 „	0,9450	18,77	0,96	0,3120
„	11. 10.	„	„	„	12. 10.	1,0780	0,9825	18,10	0	0,2480
„	11. 10.	„	„	„	12. 10.	1,0800 (korr.)	0,8850	18,38	1,55	0,3280
„	11. 10.	„	„	„	12. 10.	1,0800 „	0,9450	18,50	0,85	0,2360
„	11. 10.	„	„	Weiß	12. 10.	1,0790 „	0,9000	18,29	0,58	0,3920
„	11. 10.	„	„	Schiller	12. 10.	1,0830 „	0,7800	19,10	1,06	0,3184
„	11. 10.	„	„	Weiß	12. 10.	1,0790 „	0,9150	18,30	1,66	0,3200
„	11. 10.	„	„	„	12. 10.	1,0770	0,9600	18,10	0	0,3432
„	6. 10.	Ziemlich edelfaul	„	„	8. 10.	1,0900	0,7650	20,85	0	0,3680
„	6. 10.	„	„	„	8. 10.	1,0800	0,8250	18,67	0	0,3752
„	6. 10.	„	„	„	8. 10.	1,0810	0,8100	19,14	0	0,3736
„	6. 10.	„	„	„	8. 10.	1,0800	0,8550	18,62	0	0,3808
„	6. 10.	„	„	„	8. 10.	1,0790	0,8330	18,52	0	0,2840
„	6. 10.	„	„	„	8. 10.	1,0880	0,9000	20,49	0	0,2968
„	6. 10.	„	„	„	8. 10.	1,0880	0,8100	20,67	0	0,3128

Laufende Nr.	Gemarkung	Lage	Bodenart	Düngung	Gehört die Lage zu den besten, mittleren oder geringeren Weinbergen	Traubensorte	Beobachtete Krankheiten u. Schädlinge
18	Groß-Umstadt	Vorderer Neuberg	Stein	Stallmist	mittl.	Gemischter Satz	Keine
19	"	Knos	"	"	"	"	"
20	"	"	"	"	"	Riesling	"
21	"	Klingel	"	"	"	Gemischter Satz	"
22	"	Hinterer Neuberg	"	"	"	Österr., Riesling	"
23	"	Vorderer Neuberg	"	"	"	"	"
24	"	Steinkrück	Steingeröll	"	"	Österr , Riesling, Traminer	"
25	"	"	"	"	"	"	"
26	Klein-Umstadt	Stachelberg	Steiniger Kies	"	beste	Österr., Riesling	"
27	"	"	"	"	"	"	"
28	"	Neuberg	Schwerer Letten	"	"	Gutedel, Riesling	"
29	"	"	"	"	"	"	"
30	"	"	Lehm	"	"	"	"
31	"	Hönig	"	"	mittl.	Österr., Riesling, Gutedel	"
32	"	Gotthelf	"	"	"	"	"
33	Richen	Stachelberg	Stein	—	"	Gemischter Satz	"
34	"	"	"	Stallmist	beste	"	"
35	"	"	"	—	"	"	"
36	"	"	"	Stallmist	"	"	"
37	"	"	"	"	"	"	"

Weinbaugebiet

1	Büdingen	In der tiefen Gasse	Sand, Letten	Stallmist	beste	Sylvaner, blauer Trollinger, Österreicher, Riesling, Gutedel	Rebstecher
2	"	Hinter der Stadt	"	"	"	"	"
3	"	Herrnberg	"	"	mittl.	"	"
4	"	Hinter der Stadt	"	"	beste	"	"
5	"	In der tiefen Gasse	Sand	"	"	"	"
6	"	Oberste Beunde	Roter Letten	"	"	"	"
7	"	In der tiefen Gasse	Sand	"	mittl.	"	"
8	"	Hinter der Stadt	"	"	"	"	"
9	"	Auf der Tann	"	"	"	"	"
10	"	Im Hain	Sand, Letten	"	"	"	"

Mittel, die dagegen angewendet wurden	Zeit der Lese 1904	Beschaffenheit der Trauben (Art der Fäule)	Klimatische Verhältnisse, die etwa auf die Trauben eingewirkt haben	Art des Mostes (Rot-, Weiß- oder Schillerwein)	Zeit der Untersuchung 1904	Spezifisches Gewicht des filtrierten Mostes bei 15° C. (Grade nach Oechsle)	Freie Säuren (Gesamtsäuren) g in 100 ccm	Zucker %	Alkohol g %	Mineralbestandteile %
Gespritzt und geschwefelt	6. 10.	Ziemlich edelfaul	Heißer Sommer, zuletzt Regen	Weiß	8. 10.	1,0880	0,7950	20,59	0	0,3296
„	6. 10.	„	„	„	8. 10.	1,0810 (korr.)	0,6450	19,00	8,28	0,2480
„	6. 10.	„	„	„	8. 10.	1,0700 „	0,8475	17,12	6,76	0,3296
„	6. 10.	„	„	„	8. 10.	1,0840	0,7875	19,18	0	0,3376
„	6. 10.	„	„	„	8. 10.	1,0850 (korr.)	0,9150	19,40	1,12	0,3320
„	6. 10.	„	„	„	8. 10.	1,0800	1,0050	18,62	0	0,3768
„	6. 10.	„	„	„	8. 10.	1,0770	0,9600	18,10	0	0,3480
„	6. 10.	„	„	„	8. 10.	1,0880	0,7725	20,59	0	0,3680
„	10. 10.	Edelfaul	„	„	8. 10.	1,0780 (korr.)	0,8330	18,21	3,52	0,3040
„	10. 10.	„	„	„	8. 10.	1,0780 „	0,8100	18,25	3,75	0,3296
„	10. 10.	„	„	„	8. 10.	1,0750 „	0,9150	17,89	0,64	0,3296
„	10. 10.	„	„	„	8. 10.	1,0780 „	0,8700	18,30	0,80	0,3384
„	10. 10.	Wenig faul	„	„	8. 10.	1,0840	0,8700	19,39	0	0,3700
„	10. 10.	„	„	„	8. 10.	1,0720	0,7800	17,37	1,06	0,3240
„	10. 10.	„	„	„	8. 10.	1,0710 (korr.)	0,7950	17,25	0,96	0,3272
„	6. 10.	Ziemlich faul	„	„	10. 10.	1,0800 „	1,0200	18,85	0,58	0,3000
„	6. 10.	„	„	„	10. 10.	1,0790 „	0,9450	17,91	1,33	0,3760
„	6. 10.	„	„	„	10. 10.	1,0800 „	0,8100	18,84	0,74	0,4280
„	6. 10.	„	„	„	10. 10.	1,0800	0,8325	18,67	0	0,3260
„	6. 10.	„	„	„	10. 10.	1,0800 (korr.)	0,7125	18,83	0,85	0,3320
Oberhessen.										
Gespritzt und geschwefelt (abgelesen)	25. 10.	Teilweise gut	Heißer Sommer, zuletzt Regen mit Hagelwetter	Schiller	26. 10.	1,0770	1,1850	18,15	0	0,2840
„	25. 10.	„	„	„	26. 10.	1,0650 (korr.)	0,6000	13,91	0,96	0,2600
„	25. 10.	„	„	„	26. 10.	1,0770	0,9150	18,24	0	0,2800
„	25. 10.	„	„	„	26. 10.	1,0670 (korr.)	0,8700	14,82	0,26	0,2880
„	25. 10.	„	„	„	26. 10.	1,0690 „	1,0125	15,60	0,16	0,3200
„	25. 10.	„	„	„	26. 10.	1,0670 „	0,9150	14,86	0,53	0,3480
„	25. 10.	„	„	„	26. 10.	1,0690 „	0,9900	15,40	0,53	0,3360
„	25. 10.	„	„	„	26. 10.	1,0740 „	1,0125	16,53	0,64	0,3400
„	25. 10.	„	„	„	26. 10.	1,0640 „	0,8850	13,41	0,58	0,3296
„	25. 10.	„	„	„	26. 10.	1,0650 „	0,9300	13,77	0,69	0,3700

7. Elsaß-Lothringen.

A. Ober-Elsaß und Lothringen; auch einige Mitteilungen für Unter-Elsaß.

Bericht der landwirtschaftlichen Versuchsstation Colmar i. Elsaß.
Prof. **Dr. Kulisch.**

Allgemeine Bemerkungen über den Jahrgang 1904.

Die Reben traten in Elsaß-Lothringen ohne nennenswerte Schädigungen durch Winter- und Frühjahrsfröste in die Vegetation ein, doch machten sich in denjenigen Gebieten des Elsaß, die im Jahre 1903 stark unter Peronospora und Oïdium gelitten hatten, die Nachwirkungen dieser schweren Erkrankungen in mangelhaft ausgereiftem Holz und daher auch in ungleichmäßigem Austrieb, sowie mäßiger Fruchtbarkeit bemerkbar. Überaus schlimm waren die Nachwirkungen der vorjährigen Springwurmschäden insbesondere im Kreise Rappoltsweiler, wo infolge der Wurmschäden das krüppelhafte Holz von vornherein vielfach nur wenige Gescheine zeigte. Im Elsaß war unter diesen Umständen der durchschnittliche Ansatz von Trauben, abgesehen von einzelnen besonders begünstigten Lagen, nur ein mittlerer, während in Lothringen ganz allgemein der Behang ein überaus reicher war. Die Witterung war während des ganzen Sommers heiß und im allgemeinen trocken, abgesehen von engbegrenzten Bezirken, welche durch lokale reichlichere Niederschläge begünstigt waren. Trotz der hohen Wärmegrade schritt daher die Entwicklung der Beeren nicht in der wünschenswerten Weise vor, sodaß namentlich in leichten Böden und besonders warmen Lagen viele Beeren sich überhaupt nicht entwickelten und die große Mehrzahl derselben Mitte August vielfach kaum Erbsengröße erreicht hatte. Dieser Umstand hat im Elsaß die Gesamtmenge der Ernte sehr beeinträchtigt, obwohl im September noch reichlichere Niederschläge fielen. Infolgedessen erreichte der Ernteertrag im Elsaß auch kaum einen halben Herbst. Weniger haben unter der Trockenheit Unter-Elsaß und namentlich Lothringen mit seinen schwereren Böden und kühlerem Klima gelitten. Letzteres hatte allgemein eine so reiche Ernte, daß der Durchschnitt wohl als ein Vollherbst bezeichnet werden kann. Ernteerträge von 8—10 000 Liter Most pro ha waren in Lothringen sehr häufig, in wohlgepflegten, jüngeren Weinbergen mit schweren Böden hat der Berichterstatter selbst Erträge bis zu 15 000 Liter pro ha gesehen.

Peronospora und Oïdium traten verhältnismäßig früh und allgemein auf. Die trockene Witterung war aber der Weiterentwickelung der Krankheiten so wenig günstig, daß beide bis zum Herbst nennenswerten Schaden nirgends verursachten. Nur in den spät lesenden Gemarkungen, deren Trauben noch durch die feuchte Oktoberwitterung am Stock betroffen wurden, zeigten diese vor der Lese in ungeschwefelten Weinbergen ein plötzliches Hervortreten des dort in latentem Zustande vielfach vorhandenen Oïdiums, das bei einzelnen Sorten, besonders den Muskatellersorten, ein Springen der Beeren verursachte. Im allgemeinen waren aber der Stock und die Trauben bis in den Herbst hinein so gesund, wie man dies sonst selten beobachtet. Auch die Traubenfäulnis zeigte sich nirgends in größerem Umfange.

Der Springwurmwickler trat im letzten Jahre im Elsaß in weit größerer Ausdehnung auf als im Jahre 1903. Von Rappoltsweiler dehnten sich die stark be-

fallenen Rebflächen nördlich bis St. Pilt, südlich bis Winzenheim aus. Im Unterelsaß wurde die Gegend von Barr bis Epfig stark heimgesucht. In Lothringen dagegen, wo dieser Schädling vor Jahren so schlimme Verheerungen anrichtete, war er in diesem Jahre kaum nennenswert bemerkbar.

Gelitten hat der Stock vielfach ernstlich unter der Trockenheit. Wochenlang hingen die Blätter und Beeren in einzelnen Lagen welk und schlaff; mehrfach trat infolge der Trockenheit ein vorzeitiges Abfallen der zuerst getriebenen ältesten Blätter ein, was die Zuckeranhäufung in den Beeren wesentlich beeinträchtigte. Wohl ist infolge der hohen Sommerwärme der Jahrgang 1904 durchschnittlich ein sehr

Tabelle I.

Analysen der Moste aus den Versuchsreben (Sortimentsanlage) des Weinbauinstitutes Oberlin in Colmar[1]). Jahrgang 1904.

Lfd. Nr.	Traubensorte	Grad Oechsle	g Säure in 100 ccm	Lfd. Nr.	Traubensorte	Grad Oechsle	g Säure in 100 ccm
			A. Weißweintrauben.				
1	Traminer, weiß	102,7	1,29	24	Muscat St. Laurent	78,5	0,720
2	Traminer, rot	88,2	1,13	25	Muscat fleur d'orange	107,0	0,970
3	Gewürztraminer	93,2	0,71	26	*Aligotet	85,2	1,255
4	Morillon, weiß	100,2	1,185	27	*Lamberttraube	87,7	1,050
5	Burgunder, weiß	91,9	1,03	28	Buketttraube	69,0	1,340
6	Burgunder, grau	99,7	1,04	29	*Malvoisier du Piémont	77,5	0,890
7	Blanc doux	107,0	0,67	30	*Lyonaise blanche	83,2	1,120
8	*Kokoulu Kara	92,7	1,33	31	Gutedel, weiß	66,5	0,720
9	Riesling	91,4	1,13	32	*Gutedel von Jalabert	70,5	0,715
10	Malvoisier, rot	76,0	0,725	33	Gutedel, rot	62,5	0,700
11	*Madeleine angevine	77,9	0,630	34	Hansen	92,2	0,930
12	*Luglienca bianca	70,9	0,830	35	Zierfahndler	67,4	0,910
13	Manharttraube	91,7	0,830	36	Muskat, rot	83,0	0,910
14	Courtiller musqué	104,5	1,010	37	Wippacher	70,7	1,250
15	Muskat Ottonel	92,7	0,64	38	Pikolit	70,2	0,945
16	Sauvignon, grau	91,5	1,18	39	Trollinger, rot	74,5	0,870
17	Rotgipfler	74,2	1,52	40	Großer Räuschling	60,2	0,885
18	Muskat-Gutedel	81,2	0,55	41	Elbling, weiß	66,2	1,280
19	Sylvaner, weiß	95,7	0,83	42	*Alföditraube (Sarféhér)	75,0	0,89
20	Sylvaner, rot	80,4	0,87	43	Heunisch, rot	75,1	0,87
21	*Madeleine royale	71,9	0,725	44	*Tantowina	78,8	1,02
22	Orangetraube	96,2	0,880	45	*Boskokwi	59,3	1,09
23	Muscadelle	85,2	0,955	46	Putzscheere	61,2	0,93
			B. Rotweintrauben.				
1	Burgunder, grosse race	87,2	1,215	4	Müllerrebe	87,5	1,075
2	Burgunder, blau	86,2	1,120	5	Portugieser	91,0	0,705
3	St. Laurent	88,0	1,135	6	Limberger	78,5	1,025

Die mit * versehenen Traubensorten haben für den Weinbau Elsaß-Lothringens eine ganz untergeordnete Bedeutung.
Aschengehalt beträgt bei 31 : 0,2192; 33 : 0,1982; 41 : 0,2466.

---

[1]) Bezüglich Lage, Boden und Kultur der Weinberge, aus welchen die Moste der Tabellen I—III stammen, siehe Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte, Band XX, Seite 234—235.

Tabelle II.

Analysen der Moste aus den Versuchsreben des Weinbauinstitutes Oberlin, in der Hardtlage (Kanton Endlen), Gemarkung Colmar. Jahrgang 1904.

Lfd. Nr.	Traubensorte	Grade Oechsle	g Säure in 100 ccm	g Asche in 100 ccm	Lfd. Nr.	Traubensorte	Grade Oechsle	g Säure in 100 ccm	g Asche in 100 ccm
				A. Weißweine.					
1	Weißer Burgunder . .	93,0	0,915	—	22	Sauvignon, weiß . . .	89,5	0,910	—
2	Grauer Burgunder . .	79,2	0,695	0,2690	23	Sauvignon, grau . . .	91,0	0,910	—
3	Muscadelle	70,5	0,420	0,3220	24	Malvoisier von Piémont	71,5	0,550	—
4	Knipperle	79,8	0,545	0,4220	25	Malvoisier, rot	67,0	0,495	—
5	Riesling	74,0	0,950	0,2570	26	Sarfeher	75,0	0,635	—
6	Sylvaner, weiß	70,5	0,725	0,2612	27	Ziehrfahndler	80,0	0,995	—
7	Sylvaner, rot	74,1	0,655	0,2445	28	Heunisch	94,0	0,675	—
8	Rotgipfler	91,8	0,960	—	29	Trollinger	87,0	0,930	—
9	Putzscheere	82,5	0,800	—	30	Tantowina	83,0	0,680	—
10	Wippacher	78,3	0,930	—	31	Boskokwi	73,0	0,810	—
11	Pikolit	83,9	0,680	—	32	Kokoulu kara	93,0	0,945	—
12	Elbling	74,5	1,000	—	33	Courtiller musqué . .	98,5	0,630	—
13	Gutedel	77,0	0,625	—	34	Muskateller, rot . . .	84,0	0,790	0,2312
14	Muskat-Gutedel . . .	82,5	0,450	—	35	Muskateller, weiß . . .	80,5	0,905	0,2150
15	Morillon, weiß	92,3	0,670	—	36	Muscat St. Laurent . .	87,5	0,470	—
16	Manharttraube	86,0	0,750	—	37	Muscat Ottonel . . .	78,0	0,470	—
17	Räuschling	79,3	0,620	—	38	Muscateller Caillaba . .	87,5	0,510	—
18	Lyonaise blanche . . .	83,3	0,685	—	39	Traminer, weiß . . .	94,0	0,760	—
19	Lamberttraube	72,8	0,890	—	40	Traminer, rot	96,5	0,520	—
20	Aligotet	82,3	0,615	—	41	Gewürztraminer . . .	96,2	0,845	—
21	Hansen	84,8	0,725	—					

Tabelle

Moste des

Weinbaugebiet

Laufende Nr.	Gemarkung und Lage	Bodenart und Düngung	Traubensorte	Beobachtete Krankheiten u. Schädlinge. Mittel, die dagegen angewendet wurden
1	Rufach, Haul und Heide	Kalkboden	Rheinelben u. Knipperle	—
2	"	"	Balafant	—
3	"	"	Gemischte Sorten	—
4	"	"	"	—
5	"	"	"	—
6	Rufach, Hintere Haul	"	Roter Burgunder	—
7	Rufach, Vord. u. Hint. Haul	"	Gemischte Sorten	—
8	"	"	"	—
9	Rufach, Heide	"	Sylvaner	—
10	Rufach, Vord. u. Hint. Haul	"	Olver	—
11	"	"	"	—

Lfd. Nr.	Traubensorte	Grade Oechsle	g Säure in 100 ccm	g Asche in 100 ccm	Lfd. Nr.	Traubensorte	Grade Oechsle	g Säure in 100 ccm	g Asche in 100 ccm
				B. Rotweine.					
1	Blauer Burgunder . .	77,0	0,630	—	6	Burgunder, grosse race	75,3	0,815	—
2	Müllerrebe	75,0	0,790	—	7	Gamet ordinaire . . .	81,0	0,910	—
3	St. Laurent	84,7	0,740	—	8	Gamet de Liverdun . .	84,0	0,870	—
4	Portugieser	68,0	0,320	—	9	Merlot	103,5	0,435	—
5	Limberger	73,5	0,790	—					

Tabelle III.

Analysen der Moste aus dem Versuchsweinberg der Versuchsstation in Rufach. 1904.

Lfd. Nr.	Traubensorte	Grade Oechsle	g Säure in 100 ccm	g Asche in 100 ccm	Lfd. Nr.	Traubensorte	Grade Oechsle	g Säure in 100 ccm	g Asche in 100 ccm
1	Burgunder, blau . . .	92,2	0,925	—	4	Gutedel	80,2	0,875	0,2940
2	Portugieser	87,2	0,940	—	5	Grau-Clevner	97,2	1,000	0,3136
3	Sylvaner	86,7	0,990	0,2542					

reifer geworden, der mit milder Säure allgemein einen kräftigen Traubengeschmack und hervorragendes Bukett verbindet. Infolge des Fehlens jeder Traubenfäulnis sind die Weine des Jahrganges auch allgemein sehr gesund ausgefallen und zeigen auf dem Fasse einen raschen Ausbau. Ein wirklich großer Jahrgang ist dagegen der 1904er im allgemeinen nicht geworden. Er dürfte in den gewöhnlichen Gewächsen dem 1900er überlegen sein, erreicht diesen aber in den Spitzen nicht, weil ihm der große Körper fehlt.

Leider wurde ohne jede Not die Lese in vielen Gemeinden zu früh begonnen, namentlich in Lothringen, wo der reiche Herbst allerdings eine längere Lese voraussehen ließ und daher die Winzer besonders ängstlich machte.

IV.

Jahres 1904.

Ober-Elsaß.

Zeit der Lese und Beschaffenheit der Trauben (Art der Fäule)	Klimatische Verhältnisse, die etwa auf die Trauben eingewirkt haben	Art des Mostes (Rotwein, Weißwein, Schillerwein)	Spez. Gewicht des filtrierten Mostes bei 15° C. (Grade n. Oechsle)	In 100 ccm sind enthalten g		
				Alkohol	Freie Säuren	Mineral-bestandteile
29. 9. Trauben gesund	—	Weißwein	85,4	—	0,670	0,2990
29. 9. „	—	„	75,4	—	0,525	—
29. 9. „	—	„	80,4	—	0,585	—
8.—9. 10. „	—	„	80,1	—	0,450	—
8.—9. 10. „	—	„	84,2	—	0,480	—
11. 10. „	—	Rotwein	83,8	—	0,505	—
11.—12. 10. „	—	Weißwein	82,0	—	0,530	0,2864
12. 10. „	—	„	76,2	—	0,540	0,2556
12. 10. „	—	„	77,5	—	0,510	0,2570
12. 10. „	—	„	78,8	—	0,645	0,2400
13. 10.	—	„	82,8	—	0,630	—

Laufende Nr.	Gemarkung und Lage	Bodenart und Düngung	Traubensorte	Beobachtete Krankheiten u. Schädlinge. Mittel, die dagegen angewendet wurden
12	Rufach, Vord. u. Hint. Haul	Kalkboden	Riesling	—
13	„ Vordere Haul	„	Velteliner	—
14	„ Hintere „	„	Gewürz-Traminer	—
15	Westhalten, Lützeltal	„	Portugieser	—
16	„ Bollenberg	Sehr kalkhalt. Lehmboden	Gutedel	—
17	„ „	Steinig., „ „	Riesling	—
18	Westhalten	Sehr steiniger Kalkboden	Traminer	—
19	Westhalten, Bollenberg	Kalkhaltiger Lehm	Grauclevner	—
20	Sulzmatt, Zinnköpfle	Leichter Kalkboden	Knipperle	—
21	„ Kantzel	Sandboden	Clevner	—
22	„ Wolfhag	Lehmiger Sandboden	Burgunder	—
23	„ Lenck	Schwerer Lehmboden	Clevner	—
24	„ Großstück	Kalter Kalkboden	Burger und Clevner	—
25	„ Niering	Sandiger Lehmboden	Olver	—
26	Egisheim, Stich	Schwerer Ton	1/3 St. Laurent, 1/3 Lasca, 1/3 Burgunder	—
27	„ „	Leichter Ton	Knipperle, Gutedel	—
28	„ Finkenzaußen	Mittelschwerer, feuchter Tonboden	Gutedel, Elbling, großer Räuschling	—
29	„ „	Guter, starker Grundboden	Elbling, groß. Räuschl.	—
30	„ Eich	Ton mit Kalk und Sand	Weiß- u. Grauclevner und roter Gutedel	—
31	„ Hohrain	Kalk u. vorwieg. Tonboden	Knipperle und Elbling	—
32	„ Groth	Ton mit vorw. Kalkboden	Riesling	—
33	„ Niederbühl	Feuchter Lehmboden	Gutedel und Knipperle	—
34	„ Hertacker	Leicht., etwas stein. Boden	Knipperle	—
35	Wettolsheim, Pfleg, Schloß	Kalkhaltiger Boden	Gutedel	—
36	„ Zankacker	Schwerer Wiesenboden	„	—
37	Winzenheim, Hengst	Gelbroter Kalksteinboden	Traminer	—
38	„ Finkenrain	Gelber Sandsteinboden	Gemischte Sorten	—
39	„ Berland	Schwerer, sandiger Boden, etwas rötlich	„	—
40	„ Wädele	Roter Kalksteinboden	„	—
41	Türkheim, Brand	Verwitterter Granitboden	Kleiner Räuschling	—
42	„ „	„	Gemischte Sorten	—
43	„ „	—	Knipperle	—
44	„ Roland	Schwerer Gipsboden	„	—
45	„ Erstein	Schwere Letten	Meist Elbling	—
46	„ Pflenzer	Sandboden	Knipperle	—
47	„ Ensenberg	Verwitterter Granitboden	„	—
48	„ Schlatten	Schwerer Ton	Gemischte Sorten	—
49	Ammerschweier Hüble	Warmer Grundboden	Knipperle	—
50	„ Meywihr	Grundbod. m. Lehm u. Kalk	Gutedel	—
51	„ Stichreben	Tonboden mit weißem u. grauem Mergel	Traminer	—
52	„ Steintal	Fauler Sandstein	Riesling	—

Zeit der Lese und Beschaffenheit der Trauben (Art der Fäule)	Klimatische Verhältnisse, die etwa auf die Trauben eingewirkt haben	Art des Mostes (Rotwein, Weißwein, Schillerwein)	Spez. Gewicht des filtrierten Mostes bei 15° C. (Grade n. Oechsle)	In 100 ccm sind enthalten g		
				Alkohol	Freie Säuren	Mineral-bestandteile
13. 10.	—	Weißwein	90,5	—	0,690	0,2580
13. 10.	—	„	78,2	—	0,430	—
18. 10.	—	„	100,2	—	0,290	0,3696
1. 10.	—	Rotwein	75,0	—	0,400	—
5. 10. $^{1}/_{10}$ faule Beeren	—	„	81,2	—	0,540	0,2688
5. 10. 30—35% faule Beeren	—	„	94,2	—	0,850	—
8. 10. Trauben gesund	—	„	95,0	—	0,610	—
8. 10.	—	Weißwein	94,0	—	0,630	—
30. 9.	—	„	90,2	—	0,755	0,2860
30. 9.	—	„	89,2	—	0,920	—
3. 10.	—	„	89,7	—	0,900	—
3. 10.	—	„	97,0	—	0,955	—
4. 10.	—	„	83,7	—	0,925	—
5. 10.	—	„	90,2	—	1,245	0,1970
26. 9.	Stock hat in einzelnen Stücken durch Trockenheit gelitten; desgleichen durch Hagel	Rotwein	82,2	—	0,720	—
27. 9.	Leicht gelitten durch Hagel	„	87,8	—	0,790	0,2766
30. 9. Edelfaul	—	Weißwein	81,30	—	0,870	0,2590
26. 9.	—	„	83,8	—	0,970	0,2810
30. 9.	Leicht verhagelt	„	83,4	—	0,775	0,2990
1. 10.	—	„	83,3	—	0,780	0,3140
3. 10. Edelfaul	—	„	92,2	—	1,230	0,2700
30. 9.	—	„	90,0	—	0,740	0,2858
1. 10.	—	„	95,0	—	0,790	—
4. 10.	—	„	77,9	—	0,74	0,2860
4. 10.	—	„	78,4	—	0,745	—
29. 9.	—	„	97,2	—	0,755	—
30. 9.	—	„	89,2	—	0,590	0,2670
29. 9.	—	„	81,6	—	0,770	0,3390
30. 9.	—	„	90,1	—	0,675	—
1. 10.	—	„	82,9	—	0,635	—
3. 10.	—	„	92,4	—	0,590	—
30. 9.	—	„	83,4	—	0,580	—
30. 9.	—	„	93,9	—	0,540	—
30. 9.	—	„	81,4	—	0,705	0,3030
1. 10.	—	„	74,9	—	0,680	0,3876
29. 9.	—	„	91,4	—	0,755	—
29. 9.	—	„	93,4	—	0,770	—
27. 9.	—	„	87,2	—	0,845	0,3430
4. 10.	—	„	84,8	—	0,805	—
5. 10.	—	„	98,6	—	0,720	—
5. 10. Überreif	—	„	99,0	—	0,845	0,3556

Laufende Nr.	Gemarkung und Lage	Bodenart und Düngung	Traubensorte	Beobachtete Krankheiten u. Schädlinge. Mittel, die dagegen angewendet wurden
53	Ammerschweier, Gries	Oben Sand, unt. Lehmbod.	Riesling	—
54	„ Külgarten	Sandboden mit weißem Kieselstein	Knipperle	—
55	„ Sommerberg	Sandboden, vor 2 Jahren mit Stallmist gedüngt	„	—
56	„ „	Sandboden, vor 3 Jahren mit Stallmist gedüngt	„	—
57	„ Hasengrab	Schwerer Grundboden, vor 5 J. mit Stallmist gedüngt	Gutedel	—
58	Siegolsheim, Glozen	Lehm und Sandboden	Riesling	—
59	„ Lerchenfeld	Sandboden, feuchte Lage	Blauduftiger Trollinger	—
60	„ Altenburg	Lehm und Kalkboden	Ortlieber u. Knipperle	—
61	„ Dorf	Schwarzer Sand u. blauer Lehmboden	Gutedel	—
62	Kienzheim, Tempelsbaum	Sehr guter tiefgründiger Sandboden	Weiß- u. Grauclevner	—
63	„ Unt. Zimmerax	Guter Kalkboden (roter Grund)	Knipperle	Sehr stark von Springw.befallen
64	„ Tempelsbaum	Sehr guter tiefgründiger Sandboden	Riesling	—
65	„ Bix	Guter Sandboden	Gewürz-Traminer	—
66	„ „	„	Knipperle	—
67	Kaysersberg, Ackergut	Fauler Sandstein	Riesling	—
68	„ Schloßberg	Steiniger Sandboden	Knipperle	—
69	Mittelweier, Bouxacker	Bündiger Kalkboden	Gutedel	—
70	„ „	Tonboden	Traminer	—
71	„ Kobelsberg	„	Grauer Burgunder	—
72	„ Langes Stück	Kiesboden	Riesling	—
73	„ Schweyer	„	„	—
74	„ Gartengut	Leichter Boden, Sandstein	Meistens Gutedel	—
75	Beblenheim, Gehren	Kalkboden	Grauclevner	—
76	„ „	„	Gutedel	—
77	„ Graßburg	Kalksteinboden	Traminer, rot	—
78	„ Glockener	Kalkboden, etw. tiefgründ.	Knipperle	—
79	„ „	„	Elbling	—
80	„ „	Wiesengrund	Gemischte Sorten	—
81	„ Dorfmatten	Dünne Erdschicht mit Kalkgebröckel	Gutedel	—
82	„ „	Erdschicht mit Kalkgebröckel	Schwarzer Burgunder und Müllerrebe	—
83	„ „	Kalkboden m. Schlamm versetzt	Gutedel	—
84	„ Altkirch	Kalkboden	Gemischte Sorten	—
85	Reichenweier, Schönenburg	Gipshaltiger Lehmboden	Riesling	—
86	„	Schwerer Tonboden, z. T. Kalkmergel d. Liasformat.	„	—
87	„	„	Muskateller	—
88	„	Tonboden, unten Gips	Riesling	—
89	„	Schwerer Grundboden, Unterlage Gips u. Letten	„	—
90	„	Gips und Letten	Muskateller	—

Zeit der Lese und Beschaffenheit der Trauben (Art der Fäule)	Klimatische Verhältnisse, die etwa auf die Trauben eingewirkt haben	Art des Mostes (Rotwein, Weißwein, Schillerwein)	Spez. Gewicht des filtrierten Mostes bei 15° C. (Grade n. Oechsle)	In 100 ccm sind enthalten g		
				Alkohol	Freie Säuren	Mineral-bestandteile
30. 9.	—	Weißwein	91,6	—	0,920	—
3. 10.	—	"	84,4	—	1,070	—
4. 10.	—	"	93,2	—	0,690	0,3290
5. 10.	—	"	83,4	—	0,630	—
3. 10.	—	"	81,2	—	0,710	—
1. 10.	—	"	91,0	—	0,845	0,2760
30. 9.	—	Rotwein	66,4	—	0,685	—
30. 9.	—	Weißwein	87,4	—	0,70	0,3210
29. 9.	—	"	76,0	—	0,605	0,3010
3. 10.	—	"	96,5	—	0,655	—
1. 10.	—	"	96,4	—	0,74	0,3204
3. 10. Beginn d. Edelfäule	—	"	93,9	—	0,73	0,2824
4. 10.	Etw. d. Trockenheit gelitten	"	99,6	—	0,38	0,3068
28. 9. ⅛ angefault	—	"	94,4	—	0,60	0,3440
1. 10.	—	"	88,4	—	1,17	0,2440
4. 10.	—	"	93,9	—	0,635	—
28. 9.	Bei Regenwetter gelesen	"	72,1	—	0,825	0,2940
29. 9.	—	"	95,1	—	0,770	—
30. 9.	—	"	94,9	—	0,845	0,2798
6. 10.	—	"	90,6	—	1,140	—
3. 10.	—	"	81,5	—	0,63	—
5. 10.	—	"	73,4	—	0,525	—
28. 9.	—	"	98,5	—	0,935	—
28. 9.	—	"	76,4	—	0,585	—
4. 10.	—	"	101,4	—	0,89	—
6. 10.	—	"	99,0	—	0,64	—
6. 10. Etwas faul	—	"	80,0	—	0,86	0,2496
4. 10.	—	"	79,4	—	0,62	0,2470
3. 10.	—	"	76,7	—	0,48	0,2900
3. 10.	—	Rotwein	72,4	—	0,710	—
5. 10.	—	Weißwein	78,0	—	0,640	0,3032
7. 10.	—	"	89,5	—	0,460	0,2470
6. 10.	—	"	95,0	—	0,795	0,3660
2. 10. Beginn d. Edelfäule	—	"	96,0	—	1,105	0,2520
2. 10. "	—	"	82,3	—	1,210	0,2940
10. 10. Edelfaul	—	"	92,4	—	0,780	0,3384
8. 10.	—	"	96,0	—	0,850	—
6. 10. Teilweise rohfaul	—	"	83,3	—	0,605	—

Laufende Nr.	Gemarkung und Lage	Bodenart und Düngung	Traubensorte	Beobachtete Krankheiten u. Schädlinge. Mittel, die dagegen angewendet wurden
91	Reichenweier, Schönenburg	Lettboden	Riesling	—
92	„ ob. Schönenb.	„	„	—
93	„ Schweyer	Kies	„	—
94	„ Schönenburg	Lettboden	Gutedel	—
95	„ Winterhalt	Schwerer Humusboden	Traminer	—
96	„ Seidenfaden	Tonboden	Gutedel	Etw. Sauerwurm
97	„ „	Lett und Kies	„	—
98	„ Mattacker	Gneis und Granitboden	„	—
99	„ Dambächel	Tonboden mit Gipsgehalt	Riesling	—
100	„ „	Grundboden mit Ton	Gutedel	—
101	„ Bühlhardt	Kiesboden	Riesling	Etw. Sauerwurm
102	„ Weg nach Rappoltsweiler	—	Gutedel	—
103	„ Schützenhaus	Muschelkalk, größter Teil üppiger Lehmboden	„	—
104	„ „	„	Meist Gutedel	—
105	„ Lederbaum	Guter schwerer Sandboden	Gutedel	—
106	„ Weißengrund	Tonboden	„	Durch Springw. sehr gelitten
107	„ Mullerle	Guter Sandboden	„	—
108	„ Hinterstädtel	Tonboden	Gewürz-Traminer	—
109	„ Brückel	Tonboden mit Gips	Riesling	—
110	„ Engelkritt	Sandiger Tonboden	Gutedel	Von Springwurm gelitten
111	„ Pflostik	Guter Sandboden mit Kalkgehalt	Traminer	—
112	„ Heftweg	Grundboden, leicht sandig	Gutedel	—
113	„ Daubenbrunnen	Grober Sandboden	„	—
114	„ Hardt	Kies und Sand	Riesling	Stark von Springwurm gelitten
115	„ Kreuzmatt	Guter schwerer Sandboden	Tokayer und Traminer	—
116	Hunaweier, Lührert	Grund, unten Lett	Gutedel	—
117	„ Rebgarten	Grund und Sand	$^3/_4$ Gutedel, $^1/_4$ Burgund.	—
118	„ Mühlfort	Sand, Lehm und Lett	Riesling	—
119	„ Kümler	Halbschwerer Grundboden	Gutedel	Etw. v. Spring- u. Sauerw. gelitten
120	„ Helfand	Leichter Grundboden	„	—
121	„ Heizloch	Leichter, kalkhaltig. Boden	Riesling	—
122	Hunaweier	—	Gutedel	—
123	„	—	Knipperle	—
124	„	—	Sylvaner	—
125	„	—	Grauclevner	—
126	„	—	Gutedel	—
127	„	—	Riesling	—
128	Hunaweier, Schwegenau	Kalkboden (Muschelkalk)	Sylvaner	—
129	„ Kirchberg	Schwerer Kalksteinboden mit Lettunterlage	Clevner	—

Zeit der Lese und Beschaffenheit der Trauben (Art der Fäule)	Klimatische Verhältnisse, die etwa auf die Trauben eingewirkt haben	Art des Mostes (Rotwein, Weißwein, Schillerwein)	Spez. Gewicht des filtrierten Mostes bei 15° C. (Grade n. Oechsle)	In 100 ccm sind enthalten g		
				Alkohol	Freie Säuren	Mineral-bestandteile
7. 10.	—	Weißwein	94,20	—	0,860	0,290
7. 10.	—	"	92,0	—	1,030	0,284
7. 10.	—	"	94,0	—	0,945	0,293
7. 10.	—	"	82,0	—	0,655	0,288
5. 10.	—	"	70,0	—	0,810	0,3280
29. 9. Etwas faule Beeren durch Sauerwurm	—	"	80,0	—	0,825	0,3260
5. 10. Edelfaul	—	"	83,3	—	0,890	—
1. 10.	—	"	74,1	—	0,860	—
8. 10.	Bei nassem Wetter gelesen	"	85,2	—	0,820	0,2490
4. 10.	—	"	80,5	—	0,610	—
4. 10. Etwas faul durch Sauerwurm	—	"	94,3	—	1,115	—
—	—	"	78,0	—	0,655	—
5. 10. Beginn d. Edelfäule	—	"	75,8	—	0,900	—
29. 9. "	—	"	77,3	—	0,760	—
30. 9. Etwas faul	—	"	82,3	—	0,760	—
3. 10.	—	"	83,3	—	0,680	—
6. 10. Beginn d. Edelfäule	—	"	69,3	—	0,940	—
7. 10.	—	"	95,3	—	0,685	—
7. 10. Etwas faul	—	"	101,3	—	0,945	—
7. 10. Stark edelfaul	—	"	87,7	—	0,550	0,2970
10. 10. Beginnen zu faulen	—	"	105,4	—	0,740	—
30. 9.	—	"	78,2	—	0,780	—
6. 10.	—	"	72,5	—	0,830	—
7. 10.	—	"	89,8	—	0,890	—
3.—6. 10.	—	"	99,4	—	0,970	—
29. 9. Wenig faule Beeren	—	"	75,4	—	0,790	0,3210
4. 10. "	—	"	89,6	—	0,710	—
6. 10.	Verhagelt	"	94,1	—	0,930	0,3500
1. 10.	—	"	83,2	—	0,710	0,3022
4. 10 Überreif, daher stark faulend	—	"	84,2	—	0,760	0,3154
7. 10. Fingen an zu faulen	—	"	85,0	—	0,930	—
—	—	"	78,4	—	0,660	—
—	—	"	96,6	—	0,650	—
—	—	"	92,1	—	0,685	—
—	—	"	75,2	—	0,715	—
—	—	"	73,3	—	0,73	0,2460
—	—	"	71,6	—	0,805	—
1. 10.	—	"	94,8	—	0,940	—
4. 10. Beginn der Edelfäule	—	"	91,8	—	0,910	—

Laufende Nr.	Gemarkung und Lage	Bodenart und Düngung	Traubensorte	Beobachtete Krankheiten u. Schädlinge. Mittel, die dagegen angewendet wurden
130	Rappoltsweiler, Osterberg	Leichter Grundboden	Gutedel	—
131	„ Kirchberg	Grundboden	„	—
132	„ Roselack	Schwerer Tonboden	„	—
133	„ Colmarerweg	Trockener Sandboden	Riesling	—
134	„ Gans	Mittelschwer. Grundboden	Gutedel	—
135	„ Turnert	„	Gemischte Sorten	—

Weinbaugebiet

Laufende Nr.	Gemarkung und Lage	Bodenart und Düngung	Traubensorte	Beobachtete Krankheiten u. Schädlinge. Mittel, die dagegen angewendet wurden
136	Thannweiler, Schloßberg	Sandboden mit Lehm	Elbling	—
137	„	„	Gutedel	—
138	„	„	Limberger	—
139	„	„	Rotgipfler	—
140	Oberehnheim, Stadtberg	Jüngerer Kalkboden	Riesling	—
141	Oberehnheim, Nationalberg	Kalkboden	„	—
142	Oberehnheim, „	„	Sylvaner	—
143	Oberehnheim, „	„	Velteliner	—
144	Oberehnheim, Nordberg, gute Lage	Lehm mit Steingeröll	Riesling und Sylvaner	—
145	Oberehnheim, „ mittl. „	„	Burger und Traminer	—
146	Oberehnheim, Dulres, geringe „	„	Gutedel	—
147	Goxweiler, Glauerholz	Mittelschwerer Tonboden	Weißclevner	—
148	„	„	Sylvaner	—
149	Molsheim, Felsen	Steinboden	„	—
150	„ Steinweg	„	Knipperle	—
151	„ Felsen	„	Velteliner	—
152	„ Riedpfad	Schwerer Boden	Riesling	—
153	St. Leonhardt bei Börsch Garten	Sandboden	„	—
154	Wolxheim, Obermühl	Mittelschwerer Lehmboden	Gemischte Sorten	—
155	„ Brüch	Schwerer „	Clevner	—
156	„ Steingrube	Roter Sandsteinboden	Elbling	—
157	„ Pflanzer	Schwerer Lehmboden	Riesling	—
158	„ Rotsteingrub	Tonboden	„	—
159	„ Quatre Vents	Schwarzer Kalk	Muskateller	—
160	„ Oberlitt	Rotsandsteinboden	Clevner	—
161	„ Quatre Vents	Schwarzer Kalk	Gemischte Sorten	—

Weinbaugebiet

Laufende Nr.	Gemarkung und Lage	Bodenart und Düngung	Traubensorte	Beobachtete Krankheiten u. Schädlinge. Mittel, die dagegen angewendet wurden
162	Vic a. d. Seille, Foullys	Schwerer roter Tonboden	Burgunder, Gamay, Blanc doux	—
163	„ Conraux	„	„	—
164	„ Pavé	„	„	—
165	„ Vieux Chevêts	„	„	—
166	Scy, mittlere Lage	Lehmiger Kalkboden	Grauer Burgunder	—
167	„ Capelle	„	Noire de Lorraine, Burg.	—
168	„ Corny	„	Grauer u. schwarz. Burg.	—
169	„ Maie de la Sole	Lehmiger Kakboden, etwas bündig	Schwarzer Burgunder	—
170	Brülingen	Schwerer Tonboden	Gemischter Satz, besonders Gamay	—

Zeit der Lese und Beschaffenheit der Trauben (Art der Fäule)	Klimatische Verhältnisse, die etwa auf die Trauben eingewirkt haben	Art des Mostes (Rotwein, Weißwein, Schillerwein)	Spez. Gewicht des filtrierten Mostes bei 15° C. (Grade n. Oechsle)	In 100 ccm sind enthalten g		
				Alkohol	Freie Säuren	Mineral-bestandteile
27. 9.	Gelitten durch Hagel	Weißwein	85,6	—	0,690	—
10. 10.	—	"	89,6	—	0,680	0,2890
1. 10.	Gelitten durch Hagel	"	86,1	—	0,580	0,2776
6. 10.	—	"	87,8	—	0,710	0,2770
7. 9. Etwas faule Beeren	—	"	88,9	—	0,660	0,3250
8. 10. Fäulnis	—	"	91,6	—	0,690	0,2842
Unter-Elsaß.						
28. 9.	—	Weißwein	78,7	—	0,965	0,2240
28. 9.	—	"	73,70	—	0,860	0,2260
28. 9.	—	"	82,1	—	0,820	—
28. 9.	—	"	97,3	—	0,950	—
4. 10.	—	"	90,4	—	0,860	0,3600
29. 9.	—	"	78,0	—	0,750	0,2260
29. 9.	—	"	82,1	—	0,680	0,2840
3. 10. Ein wenig Fäulnis	—	"	81,8	—	0,620	0,2580
7. 10. Etwas edelfaul	—	"	75,4	—	0,590	0,3042
20. 9. bis 2. 10.	—	"	66,3	—	0,74	—
20. 9. bis 2. 10.	—	"	69,8	—	0,895	0,1800
—	—	"	82,1	—	0,905	—
—	—	"	76,7	—	0,880	—
5. 10.	—	"	71,0	—	0,670	0,2050
5. 10.	—	"	83,0	—	0,830	0,2674
5. 10.	—	"	78,4	—	0,725	0,2606
5. 10.	—	"	76,4	—	0,795	—
5. 10.	—	"	77,8	—	0,715	—
1. 10. Etwas faul	—	"	75,9	—	0,740	—
4. 10.	—	"	85,1	—	0,790	0,2492
5 10	—	"	73,7	—	0,770	0,2478
8. 10.	Bei Regenwetter gelesen	"	85,5	—	0,730	—
5. 10.	—	"	89,6	—	0,680	0,2630
7. 10.	—	"	86,8	—	0,810	—
6. 10.	—	"	83,6	—	0,560	—
8. 10.	—	"	80,4	—	0,680	0,2760
Lothringen.						
—	—	Blaue Trauben zu Schillerwein verarbeitet	81,1	—	0,888	0,3002
—	—	"	75,6	—	1,075	0,2910
—	—	"	84,4	—	0,940	0,3302
—	—	"	70,5	—	0,890	0,2500
5.—6. 10. Fäule beginnt	—	"	78,1	—	0,860	0,2796
6. 10. Überreif	—	"	81,6	—	0,980	0,3490
6. 10. Wenig Fäule	—	"	66,9	—	0,730	0,3870
6. 10.	—	"	82,0	—	0,955	0,2724
—	—	"	71,1	—	1,27	0,3076

Die vorstehenden Zahlen sind geeignet, das oben ausgesprochene Urteil über den Jahrgang 1904 zu begründen. Die Reife der Trauben tritt besonders darin zu Tage, daß niedrige Mostgewichte, die unter 70 Grad, fast vollständig fehlen. Selbst wenn man berücksichtigt, daß für derartige statistische Erhebungen die geringsten Moste von den Einsendern meist ausgeschlossen werden, sprechen die obigen Zahlen schon deshalb für eine gute Durchschnittsreife, weil selbst so ausgesprochene Massentrauben wie Gutedel, Eibling und großer Räuschling meist Mostgewichte über 70 Grad ergeben haben. In dem gleichen Sinne ist das häufige Vorkommen von Mostgewichten über 80 Grad bei Durchschnittsmosten aus mittlerer Lage und der durchschnittlich niedrige Säuregehalt zu deuten. Wenn bei einigen besonders säurereichen Traubensorten wie Riesling, Olver und Rotgipfler die Säuregehalte mehrfach 10—13 ‰ betragen, so kann dies für elsässische Verhältnisse nicht im gegenteiligen Sinne ausgelegt werden. Einige Moste, wie Traminer und Portugieser zeigten, zumal in Kalkböden, geradezu abnorm niedrige Säuregehalte, bis herab zu 2,9 ‰.

Entgegen den zur Herbstzeit in den Tageszeitungen verbreiteten Nachrichten konnten wir Mostgewichte über 100 Grad nur selten feststellen. Diese Tatsache bestätigt die oben ausgesprochene Ansicht, daß der Jahrgang trotz allgemeiner durchschnittlicher Reife nicht zu den großen gezählt werden darf. Die ausgewählten Spitzen, welche infolge natürlichen Zuckergehaltes dauernd süß bleiben würden, fehlen in unserer Zusammenstellung vollständig, haben aber auch für den Gesamtweinbau Elsaß-Lothringens keine große Bedeutung, da dessen Schwerpunkt in der Erzeugung von Tischweinen liegt.

Im Hinblick auf die eigentümlichen klimatischen Verhältnisse des Jahrgangs, insbesondere die außergewöhnliche Trockenheit, war es von großer Wichtigkeit, möglichst bald nach der Lese festzustellen, in wieweit man im Verkehr werde mit außergewöhnlich zusammengesetzten Weinen zu rechnen haben. In erster Linie waren, wie in den trockenen Jahrgängen 1892, 1895 und 1900 niedrige Aschengehalte der Moste und später auch der Weine zu erwarten. Aus diesen Gründen ist in zahlreichen Mosten, namentlich in solchen aus trockenen und heißen Lagen, die Menge der Mineralstoffe bestimmt und außerdem schon frühzeitig eine größere Zahl von Jungweinen eingehender untersucht worden.

Die in den Tabellen niedergelegten Zahlen kennzeichnen den Jahrgang 1904 der elsaß-lothringischen Weine als einen sehr aschenarmen. Aschengehalte über 0,3 g in 100 ccm sind in den Tabellen selten. Schon Aschengehalte unter 0,3 g in 100 ccm sind bei Mosten unserer Traubensorten als nicht hohe anzusehen, da in den meisten Jahren noch viele Jungweine diese Mineralstoffmengen enthalten. In sehr vielen Fällen sinken aber die Aschengehalte der 1904er Moste unter 0,25, in einigen Mosten sehr trockener Lagen sogar unter 0,2 g in 100 ccm. Am deutlichsten tritt diese Aschenarmut der Moste zu Tage, wenn man die diesjährigen Gehalte den Befunden an Mosten derselben Lagen aus anderen Jahren gegenüberstellt.

Tabelle V.

Vergleich der Aschengehalte derselben Moste in den Jahren 1903 und 1904.

Nr.	Gemarkung	Lage	Bodenart	Traubensorte	g Asche in 100 ccm	
					1903	1904
1	Colmar	Sendlen	Kies	Knipperle	0,7132	0,4220
2	„	„	„	Sylvaner	0,5120 (weiß u. rot)	0,2612 (weiß) 0,2445 (rot)
3	„	„	„	Riesling	0,4828	0,2570
4	„	„	„	Clevner	0,6496	0,2760
5	Rufach	Waldweg	Lehm	„	0,6236	0,3136

Die vorstehende Tabelle enthält einige Beispiele für die großen Unterschiede, welche in dieser Hinsicht zwischen den Jahrgängen 1903 und 1904 bestehen, zwei Jahrgängen, die hinsichtlich der Menge der Niederschläge allerdings die größten Gegensätze darbieten: Die Moste von 1903 weisen infolgedessen durchschnittlich einen doppelt so hohen Aschengehalt auf, als die Moste von 1904 aus der gleichen Lage. Dieser Umstand ließ aschenarme Weine umsomehr voraussehen, als in den 1904er Jungweinen bei ihrem durchschnittlich hohen Alkoholgehalt eine starke Verminderung der Mineralstoffmenge durch Weinsteinausscheidung mit Sicherheit zu erwarten stand, was durch die Untersuchung der Jungweine in vollem Umfange bestätigt worden ist.

Auffallend zeigt sich die Aschenarmut in allen trockenen, heißen Lagen ohne Unterschied nach chemischer Zusammensetzung und geologischem Charakter der Böden. Ganz besonders niedrige Zahlen beobachteten wir z. B. im granitischen Kies der Vogesenhänge, im diluvialen Kies des Rheinthales und im Kalkletten. Daraus ergibt sich, daß nicht etwa der Mangel an Nährstoffen im Boden, sondern die Wasserarmut, welche die Wurzeltätigkeit beschränkte, die Ursache dieser Erscheinung ist. Riesling, Bukettraube, Olver, auch Gutedel lieferten vorwiegend die aschenärmsten Moste, während Knipperle und Clevner unter genau den gleichen Verhältnissen noch verhältnismäßig viel Mineralstoffe aufnehmen. Schon die Analysen der Moste und noch mehr die der Jungweine aus verschiedenen Sorten der gleichen Lage lassen keinen Zweifel, daß die verschiedenen Rebsorten hinsichtlich der Fähigkeit, bei gegebenen Verhältnissen mehr oder weniger große Mengen von Mineralstoffen aufzunehmen, sich sehr verschieden verhalten.

B. Unter-Elsaß.

Bericht des chemischen Laboratoriums des Kaiserl. Polizei-Präsidiums Straßburg.

Prof. **Dr. Amthor.**

Infolge der großen Sommerhitze des Jahres 1904 waren die Trauben gegen Mitte September gut entwickelt und versprachen eine vorzügliche Qualität. Krankheiten und Schädlinge traten im Unterelsaß nur ganz vereinzelt auf, so in Wolxheim etwas Oïdium und Peronospora, in Barr Rebenstecher, Heu- und Sauerwurm. Am 18. September trat kühlere Witterung ein, was die Veranlassung wurde, daß einige Gemeinden, z. B. Dambach und Diefenthal, zu herbsten begannen. Da das Wetter außerdem regnerisch geworden war, so wurde, weil ein Faulen der Trauben zu befürchten schien, am 22. September fast allgemein mit der Lese begonnen.

Moste des

Laufende Nr.	Gemarkung und Lage	Bodenart und Düngung	Traubensorte	Beobachtete Krankheiten u. Schädlinge. Mittel, die dagegen angewendet wurden
1	Wolxheim, Horn-Altenberg, Steig	Lehmboden, frisch gedüngt	Knipperle, Süßedel	Etwas Oïdium, im Mai und Juni mehrmals geschwefelt. Peronospora im Juli u. August. Gespritzt.
2	Wolxheim, Eichsteig	Kalkboden, nicht gedüngt	Riesling, Muskateller	
3	Sulzbad, Scheeracker	Schwerer Lehmboden, seit mehreren Jahren nicht gedüngt	Clevner, Weißoberländer, Rheinelber, Sylvaner	Keine Krankheiten, gespritzt
4	Sulzbad, Rammewattel	Geringer Steinboden, Mai 1904 gedüngt	Sog. Weißgewächs oder Oberländer	„
5	Molsheim, Gew. Nusspfad	Lehm und etwas Kalk, keine Düngung	Rheinelber, Veltliner, Oberländer	Keine Krankheiten
6	Molsheim, Gew. Felseck	Warmer Kalkboden, wenig Düngung	Riesling und etwas Veltliner	„
7	Rosheim, Reben am Unterthor	Kalk und Lehm, Stallmistdüngung	Burger und Süßling	„
8	Rosheim, Krottengasse	Kalkboden, Stallmistdüngung	Zwicker	„
9	Börsch, St. Leonhard-Garten	Sandboden mit tonigem Untergrund, Stallmistdüngung	Roter Pinot	Keine, geschwefelt u. gespritzt
10	„	Sandboden mit tonigem Untergrund, Stalldünger	Riesling	„
11	Oberehnheim, untere Lage	Lehm und Steingeröll, Stalldünger	Riesling, Sylvaner, Gutedel, Burger, Clevner	Etwas Springwurm
12	Oberehnheim, mittlere Lage	„	„	„
13	Oberehnheim, Bergreben	„	„	„
14	Gertweiler, Gutbrot u. Gebrich, geringere Lage	Schwerer Lehmboden, gute Stalldüngung	Verschiedene und etwas Rottrauben	Keine, geschwefelt u. gespritzt
15	Gertweiler, Gew. Bühl, mittlere Lage	—	„	„
16	Gertweiler, Gew. Aue, bessere Höhenlage	Schwerer Boden	„	„
17	Barr, Gew. Salzhoff, geringe Lage	Kalkhaltiger Tonboden	Sylvaner, Elbling	Stark auftretend Rebenstecher. Heu- u. Sauerwurm, durch Abfangen bekämpft, ferner gespritzt und geschwefelt
18	Barr, Gew. Gänsbrönnel, gute Lage	Kalkhaltiger Lehmboden, 1902 Stalldünger	Grüner Sylvaner	Etwas Rebenstecher und Springwurm, Heu- und Sauerwurm in großer Menge abgefangen, ferner geschwefelt u. gespritzt
19	Kleeburg, Gew. Kuchenbach	Kalkboden, Stalldünger	Gemischter Satz	Keine, geschwefelt
20	Weinburg, Gew. Im Lohn	Kalkstein, Stalldünger	Roter Veltliner, Blauer Mußkateller, Blauer Burgunder, Weißer Sylvaner	Keine, gespritzt u. geschwefelt
21	Saarunion, Gew. Rehberg, mittlere Lage	Dolomit mit lehmhaltigem Humus	Harthengst	—
22	„	„	Roter Burgunder Welsche	—

Jahres 1904.

Zeit der Lese und Beschaffenheit der Trauben (Art der Fäule)	Klimatische Verhältnisse, die etwa auf die Trauben eingewirkt haben	Art des Mostes (Rotwein, Weißwein, Schillerwein)	Spez. Gewicht des filtrierten Mostes bei 15° C. (Grade n. Oechsle)	In 100 ccm sind enthalten g			Extrakt H. M.	Zucker
				Alkohol	Freie Säuren	Mineral-bestandteile		
26. September bis 5. Oktober.	—	Rötlich	1,0557 entgeistet 1,0579	1,17	0,708	0,261	15,20	12,67
Sehr reif, kaum gefault	—	Weiß	1,0749 entgeistet 1,0760	0,58	0,776	0,204	19,99	17,22
24. September. Trauben gesund und reif	—	„	1,0807	—	0,761	0,253	21,24	18,58
24. September. Trauben gesund, reif	—	„	1,0713	—	0,885	0,273	18,74	16,34
29. Sept. Trauben reif, nur wenig gefault und zwar die Oberländer	—	„	1,0808	—	0,809	0,290	21,27	18,68
30. September	—	„	1,0753	0,16	0,776	0,319	19,88	16,39
28. September. Trauben reif	—	„	1,0698	—	1,014	0,344	18,37	14,89
27. September. Trauben reif	—	„	1,0763	—	0,828	0,222	20,07	17,50
3. Oktober. Trauben reif	—	Rot	1,0568 entgeistet 1,061	2,27	0,813	0,224	16,02	13,43
5. Oktober. Reif	—	Weiß	1,0655	—	0,643	0,322	17,21	15,06
20. September. Gesund und reif	—	„	1,0594	—	0,941	0,215	15,60	12,78
„	—	„	1,0627	—	0,543	0,224	16,47	13,51
„	—	„	1,0125 entgeistet 1,0222	5,54	0,722	0,447	5,83	1,63
21. u. 22. September. Reif, nicht gefault	—	Leicht Schiller	1,0741	—	0,952	0,290	19,48	15,74
12 September. Reif, aber angefault	—	Weiß	1,0712	—	1,229	0,340	18,72	16,13
19. u. 20. September.	—	„	1,0743	—	0,853	0,318	19,53	16,51
24. September.	—	„	1,0815	—	0,772	0,302	21,45	18,94
27. September. Trauben reif, teilweise gefault	—	„	1,0897	—	0,701	0,268	23,63	21,06
4. Oktober. Trauben reif	—	„	1,0716	—	0,900	0,251	18,82	15,56
27. September. Reif, teilweise edelfaul	—	Schiller	1,0719	—	0,813	0,190	18,90	16,61
6. u. 7. Oktober. Stark edelfaul	—	Weiß	1,0609	—	1,188	0,272	15,99	13,37
10. Oktober. Edelfaul	—	Rot	1,0748	—	1,053	0,262	19,67	17,00

Die Folge davon war, daß die zu Anfang geherbsteten Trauben noch stark sauer und nicht genügend ausgereift waren. Während des Herbstes besserte sich das Wetter und die Qualität hob sich ganz außerordentlich, so daß Moste von 80 bis 90 ° Oechsle und nur 0,7 Säure nicht zu den Seltenheiten gehörten.

Die teilweise zu frühzeitig bewirkte Lese muß als ein Mißgriff bezeichnet werden. Hervorzuheben ist der niedrige Aschengehalt der diesjährigen Moste.

Anhang.

Weinmosternte im Jahre 1904.

Entnommen aus „Vierteljahreshefte zur Statistik des Deutschen Reiches 1905, Erstes Heft".

Die statistischen Erhebungen über die Erträge der Weinmosternte für das Jahr 1904 in den Bundesstaaten Preußen, Bayern, Württemberg, Baden, Hessen und in Elsaß-Lothringen geschahen nach denselben Grundsätzen, die bereits gelegentlich des Abdrucks der Weinmosternte für das Jahr 1903 mitgeteilt worden sind[1]).

Von den genannten Staaten ist, wie die nachstehende Tabelle ergibt, über eine in 1979 „Weinbau-Gemeinden" im Ertrag stehende Rebfläche von zusammen 106 051,8 ha berichtet worden, d. i. über 88,5 % der gesamten im Juni 1904 für das Reich nachgewiesenen im Ertrag stehenden Rebfläche (vergl. V.-H. z. St. d. D. R. 1904, III. Heft, S. 173). Für Preußen sind 250 Weinbau-Gemeinden mit mindestens 20 ha Rebfläche = 87,1 %, für Bayern 470 mit mindestens 5 ha = 97,7 %, für Baden 345 mit mindestens 5 ha (oder noch geringerer Anbaufläche, sofern in der betreffenden Gemeinde eine besonders bekannte Weinsorte gebaut wird) = 85,5 %, für Elsaß-Lothringen 181 mit mindestens 40 ha = 74,1 % der gesamten im Ertrag stehenden Rebfläche nachgewiesen. In Württemberg ist in 511 Weinbau-Gemeinden, in Hessen in 222 der Ertrag des gesamten im Ertrag stehenden Rebgeländes erhoben worden. Der Ertrag an Weinmost beläuft sich für das Rebgelände der sämtlichen Weinbau-Gemeinden auf 3 720 730 Hektoliter, d. i. durchschnittlich 35,1 hl auf 1 ha. Der geschätzte Geldwert des Mostes in jenen Weinbau-Gemeinden beträgt 126 077 004 M. oder durchschnittlich 33,9 M. für 1 hl und 1 188,8 M. auf 1 ha.

Der hohe Prozentsatz der berücksichtigten Flächen zu den Gesamtflächen gestattet, in allen in Betracht kommenden Bundesstaaten an der Hand der gewonnenen Durchschnittszahlen auch für den Rest der nicht berücksichtigten Rebflächen den Mostertrag und dessen Wert mit genügender Sicherheit zu schätzen.

Diese Schätzung ergibt für die außerhalb der berichtenden Weinbau-Gemeinden im Deutschen Reiche vorhandenen, im Ertrag stehenden 13 821,0 ha Rebfläche einen Mostertrag von 523 678 hl und einen Wert von 16 814 558 M. Die gesamten im Ertrag stehenden 119 872,8 ha deutschen Reblandes haben also im Jahre 1904 einen Mostertrag von 4 244 408 hl mit einem Wert von 142 891 562 M. gebracht, also durchschnittlich 1 192 M. auf 1 ha. Im Vorjahr dagegen betrug bei unerheblich kleinerer Fläche (119 649,0 ha) der Mostertrag 3 785 697 hl mit einem Wert von 104 390 340 M. oder von durchschnittlich 872 M. auf 1 ha.

---

[1]) Arbeiten aus dem Kaiserl. Gesundheitsamte Bd. XXII, S. 180.

Zu bemerken bleibt noch, daß im Ertrag und in der Wertberechnung die geernteten „Speisetrauben“ nicht mitberücksichtigt sind, da über diese keine Nachweisung zu geben war. Nach eingehenden Beratungen der amtlichen Statistiker der deutschen Weinbaustaaten ist von der Anforderung einer solchen Nachweisung abgesehen worden. Genaues darüber kann nur durch persönliche Anfrage der Weinbau-Berichterstatter bei jedem einzelnen Weinbauer festgestellt werden, was sowohl die Berichterstatter als die Bevölkerung als unerträgliche Belästigung empfinden würden. Eine Umfrage in einer der wichtigsten bayerischen Weinbau-Gemeinden hatte ergeben, daß nur $^{3}/_{4}$ % der Trauben als Speisetrauben verkauft wurden. Die Unerheblichkeit des Speisetraubenverkaufs ergaben auch besondere Umfragen in Württemberg. Für eine besondere Berichterstattung darüber liegt die Schwierigkeit vor, daß die Speisetraubenmenge bei den Angaben über die Mostmenge häufig schon mitberücksichtigt ist, so z. B. wenn Trauben waggonweise in die größeren Städte zur Mostbereitung abgeschickt werden und dann die oberen nicht gedrückten Lagen als Speisetrauben in den Handel gebracht werden.

Über den Rahmen der für das Reich vereinbarten Erhebungen hinaus wird in Bayern die Güte des Weinmostes, ausgedrückt in Qualitätsnoten, ermittelt. Württemberg dehnt die Erhebungen aus auf die unter der Kelter verkaufte Menge, die höchsten, mittleren und niedrigsten Preise und den unter der Kelter erzielten Preis, die Verkäufe der bestehenden Weinabsatzgenossenschaften, die Farbe des Weines (ob Rot-, Weiß- oder Schillerwein) und den Ertrag an Tafeltrauben. In Baden wird nach dem Mostgewicht, der Qualität des Weines (in Worten: vorzüglich, gut, mittelmäßig, gering und sehr gering), Beginn der Lese, Vorkommen und Preis von Edelweinen und dem Verkaufsgang der Mosternte gefragt. In Hessen wird der Ertrag an Tafeltrauben nach Menge und Wert ermittelt. Auch Preußen ließ dieses Mal noch die Menge und den Wert der als Speisetrauben verwendeten Früchte in denjenigen Weinbau-Berichtsgemeinden erheben, für welche eine derartige Nutzung von größerer Bedeutung war.

Die preußische Erhebung ergab in letzterem Punkt: Von den 250 befragten Weinbau-Berichtsgemeinden machten 44 bezügliche Angaben, wonach 4 267 dz im Werte von 125 732 M. als Speisetrauben verkauft wurden. Da der Mosterlös der befragten 250 Gemeinden 31 889 946 M. betrug, stellt sich der Erlös der Speisetrauben auf nur 0,39 % jener Summe.

Ein Vergleich des Berichtsjahres mit den weiteren Vorjahren zeigt, daß seine Ernte sowohl an Menge als an Wert weit über den Durchschnitt hinausragt. Unter den 9 Jahren, für welche der Gesamtwert der deutschen Mosternte bekannt ist, weist es den höchsten Wert auf: 142,9 Millionen Mark gegenüber 90,1 Millionen Mark, dem Durchschnitt von acht früheren Jahren. Unter den 24 Jahren, für welche der Gesamt-Mengenertrag der deutschen Mosternte bekannt ist, weist das Berichtsjahr den zweithöchsten Ertrag auf; es übertrifft mit seinem Ertrage von 4,244 Millionen Hektolitern bei weitem den Durchschnittsertrag der früheren 23 Jahre: 2,51 Millionen Hektoliter.

Weinmosternte

Verwaltungsbezirk	Reb-					
	1. Der Weinbau-Gemeinden					
	Zahl der Weinbau Gemeinden	Im Ertrag stehende Rebfläche	Weinmost-Ernte		Geldwert	Durchschnittlicher Preis pro hl Most
			Ertrag	Durchschnittlicher Hektarertrag		
		ha	hl	hl	M.	M.
1	2	3	4	5	6	7
Reg.-Bez. Frankfurt	5	271,6	3 062	11,3	130 620	43,1
„ Posen	3	120,7	376	3,1	12 440	33,1
„ Liegnitz	7	930,6	8 948	9,6	316 418	35,4
„ Merseburg	12	443,7	4 493	10,1	129 136	28,7
„ Kassel	1	30,0	540	18,0	12 420	23,0
„ Wiesbaden	31	2 848,1	73 291	25,7	6 155 549	84,0
„ Koblenz	123	7 678,0	267 891	34,9	11 023 295	41,1
„ Cöln	3	111,0	1 590	14,3	74 900	47,1
„ Trier	65	3 506,8	173 403	49,4	14 035 173	80,9
Übrige preußische Landesteile	—	—	—	—	—	—
Königreich Preußen	250	15 940,5	533 594	33,5	31 889 946	59,8
Pfalz	225	15 190,6	643 995	42,4	14 526 338	22,6
Mittelfranken	24	435,4	9 976	22,9	321 010	32,2
Unterfranken	215	6 055,9	165 528	27,3	4 772 148	28,8
Schwaben	6	97,4	4 385	45,0	132 411	30,2
Übrige bayerische Landesteile	—	—	—	—	—	—
Königreich Bayern	470	21 779,3	823 879	37,8	19 751 907	24,0
Neckarkreis	295	11 946,0	394 549	33,0	16 146 188	40,9
Schwarzwaldkreis	55	990,0	22 390	22,6	895 062	40,0
Jagstkreis	136	3 644,0	88 089	24,2	2 986 366	33,9
Donaukreis	25	255,0	7 918	31,1	281 011	35,5
Königreich Württemberg	511	16 835,0	512 946	30,5	20 308 627	39,6
Konstanz	60	1 335,0	41 820	31,3	1 218 600	29,1
Freiburg	173	8 723,0	412 240	47,3	15 018 200	36,4
Karlsruhe	52	2 305,0	66 900	29,0	3 053 900	45,7
Mannheim	60	2 742,0	85 420	31,2	2 910 200	34,1
Großherzogtum Baden	345	15 105,0	606 380	40,1	22 200 900	36,6
Starkenburg	42	697,3	27 846	39,9	723 938	26,0
Oberhessen	3	10,7	140	13,1	3 500	25,0
Rheinhessen	177	12 863,8	422 232	32,8	10 510 177	24,9
Großherzogtum Hessen	222	13 571,8	450 218	33,2	11 237 610	25,0
Unter-Elsaß	86	10 521,2	346 781	33,0	8 641 541	24,9
Ober-Elsaß	54	9 091,0	242 922	26,7	7 181 288	29,6
Lothringen	41	3 208,0	204 010	63,6	4 865 185	23,8
Elsaß-Lothringen	181	22 820,2	793 713	34,8	20 688 014	26,1
Übrige deutsche Bundesstaaten	—	—	—	—	—	—
Deutsches Reich	1 979	106 051,8	3 720 730	35,1	126 077 004	33,9
1903	1 989	106 072,8	3 385 760	31,9	93 774 831	27,7
1902	1 968	105 216,8	2 169 033	20,6	70 672 535	32,6

im Jahre 1904.

land					Gesamt-		
2. Der unter 1. nicht berücksichtigten Gemeinden							
Im Ertrag stehende Rebfläche	Geschätzte Weinmost-Ernte		Durchschnittlicher Preis pro hl Most	Geschätzter Geldwert	Rebfläche	Mostertrag	Geldwert
	Durchschnittlicher Hektarertrag	Ertrag					
ha	hl (Sp. 5)	hl	M. (Sp. 7)	M.	ha (Sp. 3 + 8)	hl (Sp. 4 + 10)	M. (Sp. 6 + 12)
8	9	10	11	12	13	14	15
95,4	11,3	1 085	43,1	48 116	367,0	4 147	178 786
16,3	8,1	49	33,1	1 628	137,0	425	14 068
334,4	9,6	3 196	35,4	113 465	1 265,0	12 144	429 898
211,3	10,1	2 123	28,7	60 743	655,0	6 616	189 879
35,0	18,0	630	23,0	14 490	65,0	1 170	26 910
239,9	25,7	6 071	84,0	510 859	3 088,0	79 362	6 666 408
704,0	34,9	24 641	41,1	999 770	8 382,0	292 532	12 023 065
48,0	14,3	684	47,1	32 205	159,0	2 274	107 105
632,2	49,4	31 064	80,9	2 506 207	4 139,0	204 467	16 541 380
48,0	33,0	1 584	60,0	95 040	48,0	1 584	95 040
2 364,5	—	71 127	—	4 382 543	18 305,0	604 721	36 272 489
178,4	42,4	7 564	22,6	170 946	15 369,0	651 559	14 697 284
44,6	22,9	1 021	32,2	32 876	480,0	10 997	353 886
199,1	27,3	5 435	28,8	156 528	6 255,0	170 958	4 928 676
2,6	45,0	117	30,2	3 533	100,0	4 502	135 944
84,0	37,7	3 167	24,0	76 008	84,0	3 167	76 008
508,7	—	17 304	—	439 891	22 288,0	841 183	20 191 798
—	—	—	—	—	11 946,0	394 549	16 146 188
—	—	—	—	—	990,0	22 390	895 062
—	—	—	—	—	3 644,0	88 089	2 986 366
—	—	—	—	—	255,0	7 918	281 011
—	—	—	—	—	16 835,0	512 946	20 308 627
311,0	31,3	9 730	29,1	283 500	1 646,0	51 550	1 502 100
577,0	47,3	27 290	36,4	994 200	9 300,0	439 530	16 012 400
543,0	29,0	15 750	45,7	719 000	2 848,0	82 650	3 772 900
1 130,0	31,2	35 260	34,1	1 201 300	3 872,0	120 680	4 111 500
2 561,0	—	88 030	—	3 198 000	17 666,0	694 410	25 398 900
—	—	—	—	—	697,3	27 846	728 933
—	—	—	—	—	10,7	140	3 500
—	—	—	—	—	12 863,8	422 232	10 510 177
—	—	—	—	—	13 571,8	450 218	11 237 610
3 772,8	33,0	124 502	24,9	3 100 100	14 294,0	471 283	11 741 641
1 599,0	26,7	42 693	29,6	1 263 713	10 690,0	285 615	8 445 001
2 599,0	63,6	165 296	23,8	3 934 045	5 807,0	369 306	8 799 230
7 970,8	—	332 491	—	8 297 858	30 791,0	1 126 204	28 985 872
416,0	35,4	14 726	33,7	496 266	416,0	14 726	496 266
13 821,0	—	523 678	—	16 814 558	119 872,8	4 244 408	142 891 562
13 576,2	—	399 937	—	10 615 509	119 649,0	3 785 697	104 390 340
14 705,2	—	306 666	—	9 570 594	119 922,0	2 475 699	80 243 129

In der folgenden Übersicht ist dasjenige, was über die deutsche Weinmosternte für die Vorjahre bekannt ist, zusammengestellt.

Weinmosternte 1878 bis 1904.

Jahr	Wein, Erntefläche	Weinmost, Gesamtertrag	Wert des Mostes Millionen	Durchschnittlicher Hektarertrag		Durchschnittlicher Wert des Hektoliter Weinmostes
	ha	hl	M.	hl	M.	M.
1878	118 964	3 061 201	—	25,7	—	—
79	119 197	986 171	—	8,3	—	—
80	115 640	523 560	—	4,5	—	—
81	118 609	2 678 515	—	22,5	—	—
82	118 675	1 884 247	—	15,9	—	—
83	120 037	3 195 967	—	26,6	—	—
84	119 974	3 358 017	—	28,0	—	—
85	120 485	3 727 366	—	30,9	—	—
86	120 301	1 503 072	—	12,5	—	—
87	120 210	2 392 042	—	19,9	—	—
88	120 588	2 859 998	—	23,7	—	—
89	120 935	2 021 569	—	16,7	—	—
90	120 300	2 974 593	—	24,7	—	—
91	119 294	748 462	—	6,3	—	—
92	118 292	1 673 626	—	14,1	—	—
93	115 766	3 820 352	132,1	33,0	1 141	34,6
94	116 548	2 824 422	67,1	24,2	575	23,7
95	116 137	2 011 637	91,5	17,3	788	45,5
96	116 405	5 050 874	109,6	43,4	941	21,7
97	117 042	2 775 643	84,5	23,7	722	30,4
98	117 279	1 406 818	51,3	12,0	438	36,5
	Anbaufläche					
1899	117 284	—	—	—	—	—
1900	119 249	—	—	—	—	—
01	119 560	—	—	—	—	—
	Erntefläche					
02	119 922	2 475 699	80,2	20,6	669	32,4
03	119 649	3 785 697	104,4	31,6	872	27,6
04	119 873	4 244 408	142,9	35,4	1 192	33,7

Untersuchungen über den Säuregrad des Weines auf Grund der neueren Theorien der Lösungen.

Von

Prof. Dr. Theodor Paul, Direktor und **Dr. Adolf Günther,** Technischem Hilfsarbeiter

im Kaiserlichen Gesundheitsamte.

1. Abhandlung: Theoretische Betrachtungen über den Säuregrad des Weines und die Methoden zu seiner Bestimmung[1]).

I. Theoretische Betrachtungen über den Säuregrad des Weines.

1. Die bisherige Bestimmung der „freien Säure" im Weine durch Titration ist für deren Charakterisierung unzureichend. Die Bestimmung der „freien Säure" im Weine, der „Gesamtmenge der sauer reagierenden Bestandteile", geschieht allgemein durch Titrieren eines abgemessenen Volums

---

[1]) Die Abfassung dieser Abhandlung erfolgte in Anlehnung an einen Vortrag, welcher von Th. Paul bei den vom 8. bis 10. September 1904 in Geisenheim a. Rh. stattgefundenen Beratungen der Kommission für die amtliche Weinstatistik gehalten wurde. Vergl. S. 4.



mittels Kali- oder Natronlauge nach der Tüpfelmethode. Die in dem Wein enthaltene Kohlensäure wird vorher durch Schütteln oder Erhitzen entfernt. Als Indikator dient meist empfindliches Lackmuspapier. Nach den in Deutschland zur Zeit geltenden amtlichen Vorschriften für die chemische Untersuchung des Weines[1]) ist die Bestimmung der freien Säuren (Gesamtsäure) in folgender Weise auszuführen: „25 ccm Wein werden bis zum beginnenden Sieden erhitzt und die heiße Flüssigkeit mit einer Alkalilauge, welche nicht schwächer als $^1/_4$-normal ist, titriert. Wird Normallauge verwendet, so müssen Büretten von etwa 10 ccm Inhalt benutzt werden, welche die Abschätzung von $^1/_{100}$ ccm gestatten. Der Sättigungspunkt wird durch Tüpfeln auf empfindlichem violettem Lackmuspapier festgestellt; dieser Punkt ist erreicht, wenn ein auf das trockene Lackmuspapier aufgesetzter Tropfen keine Rötung mehr hervorruft. Die freien Säuren sind als Weinsteinsäure zu berechnen[2]).“ Die Berechnung hat in der Weise zu geschehen, daß man ermittelt, wie viel Gramm freie Säure (Gesamtsäure), auf Weinsäure bezogen, in 100 ccm Wein enthalten sind. Die fertigen deutschen Weine enthalten im Durchschnitt 0,6 bis 0,8 g freie Säure in 100 ccm, was ungefähr einem Gehalt von 6 bis 8 Promille entspricht.

Mit Hilfe dieser titrimetrischen Bestimmungsmethoden sind wir wohl imstande, die Menge der sogenannten „freien Säure“ im Wein zu ermitteln; die auf diese Weise erhaltenen Zahlen geben uns aber keinerlei Aufschluß über den Säuregrad oder die Acidität des Weines. Ein einfaches Beispiel wird dies erläutern. Es ist eine altbekannte Tatsache, daß die Salzsäure eine stärkere Säure ist als die Essigsäure. Mit Hilfe der neueren physikalisch-chemischen Methoden, auf welche später noch näher eingegangen werden soll, sind wir jetzt in den Stand gesetzt, dieses Stärkeverhältnis zahlenmäßig anzugeben. So ist z. B. in wässeriger Lösung eine $^1/_{10}$-normale Salzsäure ungefähr 70 mal saurer als die äquimolekulare $^1/_{10}$-normale Essigsäure. Der Säuregrad der Salzsäure ist also bei der angegebenen Konzentration ungefähr 70 mal so groß, als derjenige der Essigsäure. Titrieren wir gleiche Volumina der $^1/_{10}$-normalen Salzsäure und der $^1/_{10}$-normalen Essigsäure mit Natronlauge, so brauchen wir, wie die Erfahrung lehrt, in beiden Fällen trotz dieses so außerordentlich verschiedenen Säuregrades die gleiche Menge Lauge. Diese Titration gibt uns demnach nur Aufschluß über die molekularen Mengen der in den Lösungen befindlichen Salzsäure und Essigsäure; über das Stärkeverhältnis dieser beiden Säuren, über den Säuregrad ihrer Lösungen, sagt sie nichts aus. Das Gleiche gilt von der oben besprochenen Säurebestimmung des Weines durch Titration, denn auch die im Weine vorkommenden organischen Säuren verhalten sich hinsichtlich ihrer Stärke sehr verschieden. Die Weinsäure ist in den hier in Betracht kommenden Konzentrationen eine ungefähr 7 mal so starke Säure als die Essigsäure; die übrigen Säuren des Weines, die Bernsteinsäure, Milchsäure und Äpfelsäure ordnen sich nach ihrer Stärke zwischen jene

[1]) Zentralblatt für das Deutsche Reich 1896, Seite 197.

[2]) Diese Berechnungsweise entspricht einer alten Gepflogenheit, obwohl man sich schon längst darüber klar ist, daß im Wein außer der Weinsäure auch andere Säuren in erheblicher Menge vorkommen. Fast allen Angaben in der Literatur über den Gesamtsäuregehalt liegt die Berechnung auf Weinsäure zugrunde.

beiden Säuren ein. Je nachdem die eine oder andere dieser Säuren im Weine vorherrscht, kann dessen Säuregrad verschieden sein, die Titration gibt uns darüber, wie soeben angeführt wurde, keinerlei Aufschluß. Man kann wohl erwarten, daß eine Methode, die es ermöglicht, den Säuregrad des Weines einwandfrei zu bestimmen, ein wertvolles Hilfsmittel sein würde, nicht nur zur Aufklärung der chemischen Konstitution des Weines, sondern auch zur objektiven Beurteilung des Säuregeschmackes[1]). Die Frage: „Wie groß ist die Menge der freien Säure im Wein?" deckt sich eben durchaus nicht mit derjenigen: „Wie stark sauer ist der Wein?" Vornehmlich die letztere Frage steht im Vordergrunde des praktischen Interesses. Damit gewinnt die Bestimmung des Säuregrades des Weines an praktischer Bedeutung, und es handelt sich nur darum, Mittel und Wege ausfindig zu machen, diese Eigenschaft des Weines zahlenmäßig zu ermitteln. Ehe wir zur Lösung dieser Aufgabe übergehen, wollen wir zunächst auf Grund der neueren Theorien der Lösungen etwas näher auf die Gesetzmäßigkeiten eingehen, welche für den Lösungszustand der verschiedenen im Weine in Lösung befindlichen Stoffe maßgebend sind, und hierauf den Begriff „Säuregrad" untersuchen und festlegen.

Auf den wiederholten Wunsch in der Praxis stehender Fachgenossen, denen die neueren Theorien der Lösungen noch nicht geläufig sind, sollen diese Darlegungen hier möglichst ausführlich und elementar gegeben werden. Sie sollen vor allem zeigen, welcher Unterschied für die Kenntnis der chemischen Konstitution des Weines besteht zwischen dessen Säuren und Salzen einerseits und den Zuckerarten (Glucose, Fructose, Inosit usw.), Alkohol, Glycerin, Gummi-, Eiweiß- und anderen Extraktstoffen anderseits. Mit Rücksicht auf den hierfür zur Verfügung stehenden Raum war indessen eine Beschränkung auf das notwendigste geboten. Wer sich eingehend über dieses Wissensgebiet unterrichten will, welches in den letzten Jahren eine außerordentliche Bereicherung und Erweiterung erfahren hat, findet näheres in den in der Anmerkung[2])

---

[1]) Das Verhältnis der Stärke der Äpfelsäure zu derjenigen der Weinsäure ist in den hier in Frage kommenden Konzentrationen (ungefähr 10-litrige Lösungen d. h. solche, die ein Grammmolekulargewicht der betreffenden Säure in 10 Litern der wässerigen Lösung enthalten) ungefähr 5:8. Es ist nicht ohne Interesse, zu erfahren, daß schon C. Neubauer in seinen ausgezeichneten Vorträgen: „Über die Chemie des Weines" (Wiesbaden, C. W. Kreidels Verlag, 1870) auf Seite 70 bei der Besprechung des Gallisierens der Weine folgende Mitteilung macht: „Endlich ist zu bemerken, daß 6‰ Säure das Mittel ist, welches eingehalten werden soll. In guten und Mitteljahren kann man selbst bis zu 5‰ heruntergehen, in schlechten aber, wo die Trauben unreif bleiben, und viel Äpfelsäure anstatt Weinsäure enthalten, sollte man nicht unter 6—6½‰ gehen, da im anderen Falle, weil die Äpfelsäure weniger sauer wie die Weinsäure schmeckt, der gallisierte Wein leicht einen nichtssagenden faden Geschmack bekommt."

[2]) *Größere Lehrbücher:*

W. Ostwald, Lehrbuch der allgemeinen Chemie, 2. Aufl., 3 Bände, Leipzig, W. Engelmann, 1891—1902.

W. Nernst, Theoretische Chemie, 4. Aufl., Stuttgart, F. Enke, 1903.

J. H. van't Hoff, Vorlesungen über theoretische und physikal. Chemie, 2. Aufl., Braunschweig, Fr. Vieweg, 1901—1903 (3 Hefte).

Kleinere Lehrbücher:

W. Ostwald, Grundriß der allgemeinen Chemie, 3. Aufl., Leipzig, W. Engelmann, 1899.

W. Ostwald, Grundlinien der anorganischen Chemie, 2. Aufl., Leipzig, W. Engelmann, 1904.

verzeichneten Werken, deren Aufzählung jedoch keinen Anspruch auf Vollständigkeit macht. Mit Rücksicht darauf, daß die Anwendung der neueren, physikalisch- und elektrochemischen Lehren, die scheinbar nur theoretischen Interessen Rechnung tragen, sich für verschiedene praktische Wissensgebiete sehr nutzbringend erwiesen hat, und daß zahlreiche alte, viel umstrittene Probleme durch diese neue Anschauungsweise mit einem Schlage gelöst wurden, kann das Studium jener Werke auch besonders den Weinchemikern nicht dringend genug an das Herz gelegt werden. Sind doch in erster Linie unsere Kenntnisse vom Zustande der Stoffe in Lösungen — und um solche handelt es sich fast ausschließlich in der Weinchemie — durch jene Lehren sehr erweitert und zum Teil in vollkommen neue Bahnen gelenkt worden. Ja wir sind überzeugt, daß ein großer Teil der zahllosen Widersprüche, denen man gerade in der önochemischen Literatur begegnet, zur Zeit nur auf Grund der neueren Anschauungen beseitigt werden kann.

2. **Allgemeines über den Lösungszustand der im Weine in Lösung befindlichen Stoffe. Ihre verschiedene Beeinflussung des Gefrier- und Siedepunktes.** Bringen wir Kochsalz ($NaCl$) mit Wasser in Berührung, so verschwindet das feste Salz allmählich, es löst sich auf, d. h. es entsteht ein flüssiges homogenes Gemenge von Wasser und Kochsalz, welches wir mit dem Namen wässerige Kochsalzlösung bezeichnen. In dieser wässerigen Lösung, so nahm man bisher an, sind neben den Wassermolekeln (H_2O-Molekeln) die Kochsalzmolekeln ($NaCl$-Molekeln) enthalten, und es hängt von der Konzentration der Lösung ab, wie viele Salzmolekeln auf 10, 100 oder 1000 Wassermolekeln kommen. Ein ganz ähnlicher Vorgang spielt sich ab, wenn wir an Stelle des Kochsalzes Traubenzucker ($C_6H_{12}O_6$) in Wasser auflösen. Auch hier erhalten wir ein flüssiges homogenes Gemenge von Wasser und Zucker, und auch in dieser Traubenzuckerlösung nimmt man die Existenz von Wassermolekeln neben Zuckermolekeln ($C_6H_{12}O_6$-Molekeln) an. Demnach könnte es scheinen, als verliefen die Vorgänge bei der Bildung dieser beiden Lösungen vollkommen gleichartig. Untersuchen wir jedoch diese beiden Lösungen näher, so bemerken wir zwischen beiden ganz charakteristische Unterschiede.

Es ist eine bekannte Tatsache, daß eine wässerige Kochsalzlösung einen niedrigeren Gefrierpunkt hat als reines Wasser. Während letzteres bei 0° gefriert, kann

---

J. Walker, Einführung in die physikalische Chemie. Deutsch von H. von Steinwehr. Braunschweig, Fr. Vieweg, 1904.

Werke über besondere Gebiete:

W. Ostwald, Die wissenschaftl. Grundlagen der analytischen Chemie, elementar dargestellt. 4. Aufl., Leipzig, W. Engelmann, 1904.

M. Le Blanc, Lehrbuch der Elektrochemie, 3. Aufl., Leipzig, O. Leiner, 1903.

R. Abegg, Die Theorie der elektrolytischen Dissoziation (aus „Sammlung chemischer und chemisch-technischer Vorträge"). Stuttgart, F. Enke, 1903.

W. Herz, Chemische Verwandtschaftslehre. Die Lehre von den Gleichgewichten in homogenen und heterogenen Systemen und von der Reaktionsgeschwindigkeit (aus „Sammlung chemischer und chemisch-technischer Vorträge"). Stuttgart, F. Enke, 1903.

W. Herz, Über die Lösungen. Einführung in die Theorie der Lösungen, die Dissoziationstheorie und das Massenwirkungsgesetz. Nach Vorträgen. Leipzig, Veit & Co. 1903.

E. Cohen, Vorträge für Ärzte über physikalische Chemie, Leipzig, W. Engelmann, 1901.

man eine konzentrierte wässerige Kochsalzlösung bis auf —20° abkühlen, ohne daß sich Eis ausscheidet. Die gleiche Beobachtung können wir auch an der wässerigen Traubenzuckerlösung machen. Eine wässerige Lösung von Traubenzucker, welche 1 Grammmolekulargewicht = 1 Mol[1]) = 180 g Traubenzucker ($C_6H_{12}O_6$) auf 1 Kilogramm Wasser gelöst enthält, hat einen Gefrierpunkt von —1,85°[2]). Man hat nun durch Versuche festgestellt, daß der Gefrierpunkt einer Lösung, d. h. die Temperatur, bei welcher sich festes Eis ausscheidet, proportional dem Gehalt der Lösung an gelöstem Stoff abnimmt. So liegt der Gefrierpunkt einer Traubenzuckerlösung, welche nur halb so konzentriert ist, also nur $\frac{180}{2} = 90$ g Traubenzucker in einem Kilogramm Wasser enthält, bei $-\frac{1{,}85}{2} = -0{,}93^\circ$. Ja, man fand sogar, daß die Eigenschaft, den Gefrierpunkt eines Lösungsmittels in gleicher Weise zu beeinflussen, vielen Stoffen eigentümlich und unabhängig ist von dem sonstigen chemischen Verhalten dieser Stoffe. Darnach ist es im allgemeinen ganz gleichgültig, welchen Stoff man auflöst: Der Gefrierpunkt der Lösung bleibt immer annähernd der gleiche, wenn nur die molekulare Konzentration dieselbe ist, d. h. wenn ein Mol der betreffenden Stoffe in der gleichen Menge Wasser aufgelöst wird. So liegt z. B. der Gefrierpunkt einer wässerigen Lösung von Glycerin $CH_2(OH)\cdot CH(OH)\cdot CH_2(OH)$, die ein halbes Mol $= \frac{92}{2} = 46$ g Glycerin auf 1 kg Wasser enthält, bei $-\frac{1{,}85}{2} = -0{,}93^\circ$, ebenso wie der Gefrierpunkt jener halbnormalen Traubenzuckerlösung. Man kann daher ganz allgemein den Satz aussprechen: Alle wässerigen Lösungen, welche ein Mol eines Stoffes auf 1 kg Wasser enthalten, haben einen Gefrierpunkt von —1,85°. Lösungen, welche von einem Stoffe nur einen Bruchteil oder ein Vielfaches eines Mol auf 1 kg Wasser enthalten, haben analog einen Gefrierpunkt, welcher jenem Bruchteil oder Vielfachen in bezug auf — 1,85° entspricht. Die Temperatur 1,85° bezeichnet man als die molekulare Gefrierpunktserniedrigung des Wassers, bezogen auf 1 kg Wasser.

Diese Gesetzmäßigkeit, welche eine außerordentliche Klarheit in die vorher ziemlich verwickelt liegenden Anschauungen brachte, gilt auch für andere Lösungsmittel, wie z. B. Benzol, Eisessig, Phenol usw., nur hat jedes Lösungsmittel eine eigene molekulare Gefrierpunktserniedrigung, wie z. B. Benzol 5,0°, Eisessig 3,9°. Die Bedeutung dieser Entdeckung, welche wir F. M. Raoult (1882) verdanken, war um so weittragender, als man auf diese Weise ein neues Hilfsmittel gefunden hatte, das Molekulargewicht von Stoffen zu bestimmen. Man brauchte nur eine gewogene Menge desselben in einer bestimmten Menge eines Lösungsmittels aufzulösen und den Ge-

[1]) W. Ostwald hat vorgeschlagen, an Stelle des unbequem langen Wortes „Grammmolekulargewicht" den kürzeren Ausdruck „Mol" zu setzen. Wir wollen in dieser Abhandlung die Bezeichnung „Mol" für das in Grammen ausgedrückte Molekulargewicht benutzen.

[2]) Diese Gefriertemperatur wurde, wie auch in einigen anderen Fällen, nicht durch den Versuch ermittelt, sondern im Interesse einer einheitlichen schematischen Darstellung aus der später näher zu erläuternden molekularen Gefrierpunktserniedrigung des Wassers berechnet. Die Abweichung von dem experimentell ermittelten Gefrierpunkt ist jedoch nicht erheblich.

frierpunkt der Lösung zu bestimmen. Löste man, um bei dem oben gewählten Beispiel zu bleiben, 1,8 g Traubenzucker in 10 g Wasser auf und fand den Gefrierpunkt der Lösung bei — 1,85° liegend, so mußte das Molekulargewicht des Traubenzuckers 1,8 • 100 = 180 betragen. Da für eine Gefrierpunktsbestimmung unter Anwendung besonders konstruierter und sehr empfindlicher Thermometer (E. Beckmann 1888) nur wenige Kubikzentimeter Lösungsmittel ausreichen, kann eine solche Molekulargewichtsbestimmung mit wenigen Zentigrammen Substanz ausgeführt werden.

Das Gleiche, was hier in bezug auf den Gefrierpunkt von Lösungen gesagt wurde, gilt auch für deren Siedepunkt. Ein Unterschied besteht jedoch insofern, als der Siedepunkt eines Lösungsmittels durch das Auflösen eines Stoffes nicht erniedrigt, sondern erhöht wird; denn es ist eine bekannte Tatsache, daß wässerige Lösungen von Kochsalz oder Zucker auch in offenen Gefäßen weit über den Siedepunkt des Wassers erhitzt werden können. Die Erfahrung hat gelehrt, daß eine wässerige Lösung, welche auf 1 kg Wasser ein Mol eines Stoffes, also z. B. 180 g Traubenzucker gelöst enthält, bei + 100,52° siedet. Diese Erhöhung der Siedetemperatur um 0,52° gegenüber dem Siedepunkt des reinen Wassers bezeichnet man als die molekulare Siedepunktserhöhung des Wassers, bezogen auf 1 kg Wasser. Ähnlich wie bei den Gefrierpunktserscheinungen hat jede der verschiedenen als Lösungsmittel benutzten Flüssigkeiten eine spezifische molekulare Siedepunktserhöhung, welche sehr beträchtlich voneinander abweichen. Diese Konstanten sind wegen ihrer Brauchbarkeit zur Molekulargewichtsbestimmung für eine größere Anzahl von Lösungsmitteln mit großer Genauigkeit bestimmt worden. So beträgt z. B. die molekulare Siedepunktserhöhung, bezogen auf 1 kg, für Wasser 0,52°, für Äthyläther 2,11° und für Äthylalkohol 1,15°. Der Umstand, daß sich fast für jeden Stoff eine Flüssigkeit findet, die ihn beim Erwärmen löst, hat diese Art der Molekulargewichtsbestimmung zu einem unentbehrlichen Hilfsmittel im chemischen Laboratorium gemacht.

Diese außerordentlich einfachen Gesetzmäßigkeiten, welche die Gefrierpunkte und Siedepunkte von Lösungen zeigen, haben jedoch nicht für alle gelösten Stoffe Gültigkeit. Von den im Wein enthaltenen Stoffen verhalten sich der Traubenzucker, der Fruchtzucker, der Alkohol, das Glycerin und wohl auch gewisse Gummi-, Eiweiß- und andere Extraktstoffe regelmäßig, die Säuren und Salze machen jedoch eine Ausnahme. Für die Lösungen dieser beiden Stoffklassen, zu denen auch noch die Basen hinzukommen, haben jene Gesetze keine oder, besser gesagt, nur eine beschränkte Gültigkeit. In dieser Beziehung unterscheiden sich demnach auch die beiden wässerigen Lösungen, von denen wir bei unseren Betrachtungen ausgingen: die Traubenzuckerlösung und die Kochsalzlösung. Während jene den der molekularen Gefrierpunktserniedrigung und Siedepunktserhöhung des Wassers entsprechenden Gefrier- und Siedepunkt besitzt, zeigt die Kochsalzlösung einen niedrigeren Gefrierpunkt und höheren Siedepunkt, als ihrer Molekularkonzentration zukommt. Ferner ist noch hervorzuheben, daß die Abweichungen der Salzlösung von den berechneten Werten relativ um so größer werden, je verdünnter die Lösung ist. In sehr verdünnten Lösungen können diese Abweichungen sogar den doppelten Betrag des normalen Wertes erreichen.

Das verschiedene Verhalten der Traubenzucker- und Kochsalzlösung wird durch einen Vergleich der Tabellen 1 und 2 veranschaulicht.

Tabelle 1. Gefrierpunktserniedrigung wässeriger Traubenzuckerlösungen verschiedener Konzentration[1]).

In 1 Liter Lösung sind Gramm Traubenzucker enthalten	In 1 Liter Lösung sind Grammmolekel = Mol Traubenzucker enthalten	Anzahl der Liter Lösung, in denen 1 Grammmolekel = 1 Mol (= 180 Gramm) Traubenzucker enthalten ist	Beobachteter Gefrierpunkt der Lösung	Molekulare Gefrierpunktserniedrigung für 1 kg Wasser, berechnet aus den beobachteten Gefrierpunkten
1	2	3	4	5
2,052	0,0114	87,72	— 0,0207°	1,82°
3,060	0,0170	58,82	— 0,0319°	1,88°
4,049	0,0225	44,46	— 0,0421°	1,87°
5,040	0,0280	35,71	— 0,0516°	1,84°
6,012	0,0334	29,94	— 0,0624°	1,87°
6,984	0,0388	25,77	— 0,0705°	1,82°
				Mittelwert: 1,85°

Tabelle 2. Gefrierpunktserniedrigung wässeriger Kochsalzlösungen verschiedener Konzentration[2]).

In 1 Liter Lösung sind Gramm Kochsalz enthalten	In 1 Liter Lösung sind Grammmolekel = Mol Kochsalz enthalten	Anzahl der Liter Lösung, in denen 1 Grammmolekel = 1 Mol (=58,5 Gramm) Kochsalz enthalten ist	Beobachteter Gefrierpunkt der Lösung	Molekulare Gefrierpunktserniedrigung für 1 kg Wasser, berechnet aus den beobachteten Gefrierpunkten	Prozentsatz des Kochsalzes, welcher in der Lösung in Ionen gespalten ist
1	2	3	4	5	6
0,689	0,0118	84,75	— 0,0436°	3,70°	100 %
0,823	0,0141	70,92	— 0,0516°	3,66°	98 „
1,291	0,0221	45,25	— 0,0784°	3,56°	92 „
2,564	0,0439	22,78	— 0,1565°	3,57°	93 „
3,814	0,0653	15,31	— 0,2315°	3,55°	92 „
5,087	0,0871	11,48	— 0,3050°	3,50°	89 „
6,327	0,1083	9,23	— 0,3756°	3,47°	88 „

Tabelle 1 zeigt die Gefrierpunkte von 6 wässerigen Traubenzuckerlösungen verschiedener Konzentration. Die Zahlen der ersten drei Spalten geben diese Konzentrationen in verschiedener Form an. In der ersten Spalte ist der Gehalt der betreffen-

[1]) Richard Abegg, Gefrierpunktserniedrigungen sehr verdünnter Lösungen. Zeitschrift für physikalische Chemie 20, 223 (1896).

[2]) Richard Abegg, Gefrierpunktserniedrigungen sehr verdünnter Lösungen. Zeitschrift f. physikalische Chemie 20, 220 (1896). Die an noch verdünnteren Lösungen vorgenommenen Messungen, welche molekulare Gefrierpunktserniedrigungen bis zu 3,91 und Dissoziationsgrade bis 111 % ergeben, sind hier im Interesse einer schematischen Darstellung weggelassen worden.

den Lösung in Grammen Traubenzucker für 1 Liter Lösung, also in absolutem Maße angegeben, während die Zahlen der 2. und 3. Spalte die molekularen Verhältnisse berücksichtigen. Da den Berechnungen in dieser und den folgenden Abhandlungen fast ausschließlich die molekularen Konzentrationen zugrunde gelegt werden sollen, wollen wir über deren Wahl und Form einige allgemeine Bemerkungen vorausschicken.

Wenn wir die Eigenschaften oder die Wirkung zweier Stoffe in Lösung miteinander vergleichen wollen, so kann dies nur in der Weise geschehen, daß wir äquimolekulare Lösungen, d. h. solche Lösungen benutzen, welche von den betreffenden Stoffen die gleiche Anzahl Molekeln in demselben Volum gelöst enthalten. Wie wesentlich diese, beinahe selbstverständlich klingende Voraussetzung ist, geht daraus hervor, daß eine Reihe von physikalischen und chemischen Gesetzmäßigkeiten erst dann erkannt wurde, als man an Stelle der früher fast ausschließlich üblichen Lösungen von gleichem Prozentgehalt äquimolekulare Lösungen miteinander verglich. So waren z. B. zu Ende des 18. Jahrhunderts und auch später die oben besprochenen Gefrierpunktserniedrigungen und Siedepunktserhöhungen von Lösungen gegenüber den reinen Lösungsmitteln Gegenstand vielseitiger Untersuchungen, doch wurden die diesen Erscheinungen zugrunde liegenden Gesetzmäßigkeiten erst dann in vollem Umfange erkannt, als man die molekularen Verhältnisse berücksichtigte. Will man daher die Stärkeverhältnisse zweier Säuren untersuchen — eine Aufgabe, die wir in dieser Abhandlung zu lösen haben —, so müssen Lösungen miteinander verglichen werden, welche in der gleichen Anzahl von Kubikzentimetern die gleiche Anzahl von Molekeln dieser Säuren enthalten. Der direkte Vergleich von Lösungen, die gleiche absolute Gewichtsmengen der Säuren im gleichen Volum enthalten, d. h. von Lösungen von gleichem Prozentgehalt, kann uns nicht zum Ziele führen, die absoluten Gewichtsmengen müssen vielmehr im Verhältnis der Molekulargewichte der zu vergleichenden Säuren stehen. Handelt es sich z. B. um einen Vergleich von Essigsäure ($CH_3 \cdot COOH$) mit dem Molekulargewicht = 60 und Milchsäure [$CH_3 \cdot CH(OH) \cdot COOH$] mit dem Molekulargewicht = 90, so müssen die in dem gleichen Volum gelösten Gewichtsmengen der Säuren im Verhältnis 6 : 9 stehen. Einem Gebrauche der neueren physikalischen Chemie zufolge sollen in dieser Abhandlung die Konzentrationen der Lösungen vielfach in der Weise zum Ausdruck gebracht werden, daß die Zahl der Liter angegeben wird, in welchen so viele Gramm des betreffenden Stoffes gelöst sind, als seinem Molekulargewicht entsprechen. So verstehen wir unter einer „1-litrigen“ Traubenzuckerlösung eine solche, welche in 1 Liter 1 Mol = 180 g Traubenzucker gelöst enthält. Eine 10-litrige Essigsäurelösung enthält in 1 Liter Lösung $\frac{1}{10}$ Mol $= \frac{60}{10} = 6$ g Essigsäure. Diese Angabe der Konzentration einer Lösung in „Litern“ stellt demnach im allgemeinen den reziproken Wert der Angabe in „Normalitäten“ dar, denn eine 10-litrige Essigsäurelösung ist identisch mit einer $\frac{1}{10}$-normalen. Die Angabe in „Litern“ hat vor der letzteren Bezeichnungsweise den Vorteil, daß sie unabhängig von der Äquivalenz der Stoffe ist, was besonders beim Vergleich von ein- und mehrbasischen Säuren oder ein- und mehrsäurigen Basen wichtig ist. Außerdem prägen sich ganze Zahlen dem

Gedächtnis besser ein als Brüche, zumal wenn es keine Dezimalbrüche sind. Der Übersichtlichkeit wegen werden in den Tabellen meist beide Arten der molekularen Konzentrationsangabe benutzt werden.

Kehren wir zur Betrachtung der Tabellen 1 und 2 zurück, so finden wir in den mit Ziffer 2 bezeichneten Spalten die Konzentrationen der Lösungen in Mol des betreffenden Stoffes für 1 Liter Lösung angegeben, während die mit Ziffer 3 bezeichneten Spalten die Zahl der Liter Lösung angeben, in welchen ein Mol des gelösten Stoffes enthalten ist. In Spalte 4 der Tabellen sind die beobachteten Gefrierpunkte der Lösung enthalten. Wir sehen, daß bei beiden Lösungen der Gefrierpunkt mit steigender Konzentration immer tiefer sinkt. Sodann können wir aus der jeweiligen Konzentration der Lösungen und dem zugehörigen Gefrierpunkt die molekulare Gefrierpunktserniedrigung auf Grund folgender Überlegung berechnen. Wenn z. B. 0,0114 Mol = 2,052 g Traubenzucker den Gefrierpunkt von 1 kg Wasser[1]) auf — 0,0207° herabsetzen, so werden 1 Mol = 180 g Traubenzucker den Gefrierpunkt von 1 kg Wasser auf $-\frac{0,0207}{0,0114} = -1,82^\circ$ erniedrigen. Die Temperatur —1,82° entspricht nach der oben gegebenen Begriffsbestimmung der molekularen Gefrierpunktserniedrigung für 1 kg Wasser. Wir brauchen demnach nur die Zahlen der Spalte 4 durch die entsprechenden Zahlen in Spalte 2 zu dividieren, um die gesuchte molekulare Gefrierpunktserniedrigung zu erhalten. In Spalte 5 sind die Ergebnisse dieser Rechnungen enthalten. Sie zeigen, daß diese Werte innerhalb der unvermeidlichen Fehlergrenzen übereinstimmen und als Mittelwert die Zahl 1,85 ergeben. Zu ähnlichen Resultaten würden wir kommen, wenn an Stelle des Traubenzuckers ein anderer Weinbestandteil wie z. B. Fruchtzucker, Glycerin oder Alkohol in entsprechenden Verhältnissen im Wasser aufgelöst würden.

Ein anderes Bild gewährt die Tabelle 2. Zwar sinkt auch hier der Gefrierpunkt der Lösungen mit zunehmender Konzentration, aber die aus den einzelnen Konzentrationen und den zugehörigen Gefrierpunkten in gleicher Weise wie in Tabelle 1 berechneten molekularen Gefrierpunktserniedrigungen sind nicht nur viel größer als dort, sondern sie sind auch untereinander nicht annähernd so konstant. Sie werden mit zunehmender Konzentration immer kleiner. Im Hinblick auf diese abnorm hohen molekularen Gefrierpunktserniedrigungen — der für die geringste Konzentration berechnete Wert 3,70 ist gerade doppelt so groß, als der Mittelwert 1,85 auf Tabelle 1 — verhält sich diese Kochsalzlösung gerade so, als ob mehr Molekeln des gelösten Stoffes in der Lösung enthalten seien, als dem der Berechnung zugrunde gelegten Molekulargewicht 58,5 entspricht. In der Lösung, welche 0,0118 Mol NaCl enthält, müßte gerade die doppelte Anzahl von Molekeln enthalten sein.

Die gleichen abnormen Erscheinungen treten auch bei der Bestimmung der Siedepunkte[2]) wässeriger Kochsalzlösungen auf, während die Traubenzuckerlösungen

[1]) Bei diesen verdünnten Lösungen kann das Gewicht des in einem Liter Lösung enthaltenen Wassers ohne merklichen Fehler zu 1 kg angenommen werden.

[2]) Aus Mangel an Raum können Zahlenbelege hier nicht gegeben werden, wir müssen vielmehr auf die oben genannten Lehrbücher verweisen.



annähernd die normale molekulare Siedepunktserhöhung 0,52 ergeben. Auch hier verhalten sich die Kochsalzlösungen so, als ob in ihnen die Zahl der Molekeln erheblich vermehrt sei und in den verdünntesten Lösungen sich verdoppelt hätte.

Ähnlich wie das Kochsalz verhalten sich in dieser Beziehung auch die übrigen Salze, sowie die meisten Säuren und Basen. Alle diese Stoffe zeigen in wässeriger Lösung eine abnorm hohe Gefrierpunktserniedrigung und Siedepunktserhöhung. Wie hat man sich dieses merkwürdige Verhalten zu erklären? Den Weg, auf welchem man zur Beantwortung dieser in der Folge so wichtigen Frage gelangt ist, hat uns die moderne Elektrochemie gezeigt.

3. Elektrolytische Dissoziation der Säuren und Salze des Weines. Festlegung des Begriffes „Säuregrad des Weines". Zwischen einer wässerigen Traubenzuckerlösung und Kochsalzlösung besteht nämlich ein grundlegender Unterschied auch in bezug auf ihr Verhalten zum elektrischen Strom. Tauchen wir in eine Lösung von reinem Traubenzucker in reinem Wasser zwei Platinplatten, die mit den Polen einer galvanischen Batterie leitend verbunden sind, so gibt ein in den Stromkreis eingeschaltetes Galvanometer keinen oder doch nur einen ebenso geringen Ausschlag, als wenn die Platinplatten in in reines Wasser eingetaucht werden. Der Traubenzucker gehört zu den Stoffen, deren wässerige Lösungen den elektrischen Strom nicht leiten, und welche wir deshalb Nichtelektrolyte nennen. Das Kochsalz dagegen ist ein Elektrolyt, seine wässerige Lösung leitet den elektrischen Strom. Die Beobachtung, daß die wässerigen Lösungen von Salzen, ebenso wie diejenigen von Säuren und Basen den elektrischen Strom leiten, hatte man schon kurze Zeit nach der Erfindung der galvanischen Säule gemacht und gleichzeitig auch bemerkt, daß bei dem Durchgange der Elektrizität stets eine chemische Zersetzung der Lösung, eine Elektrolyse, stattfindet. Wie der Transport der Elektrizität in einer solchen Salzlösung vor sich geht und in welchem Zusammenhang damit die beobachtete Zersetzung der Lösung steht, darüber konnte man zunächst keine einwandfreie Erklärung abgeben. Später nahm man an, daß z. B. in einer Kochsalzlösung die Molekeln des Salzes unter dem Einfluß des elektrischen Stromes in ihre Atome zerlegt würden, die, mit positiver und negativer Elektrizität geladen, als „Ionen"[1]) den Transport des elektrischen Stromes von einer Elektrode zur andern vermittelten. Die nach der positiven Elektrode — Anode — sich bewegenden, mit negativer Elektrizität geladenen Chlorionen (Cl-Ionen) wurden Anionen und die mit positiver Elektrizität geladenen Natriumionen (Na-Ionen), welche nach der negativen Elektrode — Kathode — wandern, wurden Kationen genannt. Nach dieser Vorstellung geben die Ionen bei der Berührung mit den Elektroden ihre Ladung ab, indem sich die ihnen anhaftende Elektrizität mit der entgegengesetzten der Elektroden zu neutraler Elektrizität vereinigt[2]).

---

[1]) Die Bezeichnung „Ion", wie auch viele andere in der Elektrizitätslehre gebräuchliche Ausdrücke, hat Faraday um die Mitte des vorigen Jahrhunderts in die Wissenschaft eingeführt.

[2]) Die den Ionen anhaftende Elektrizitätsmenge ist ziemlich erheblich und ist, bezogen auf das chemische Äquivalentgewicht der Ionen, für alle Stoffe gleich. So beträgt z. B. die an 1 g einwertigen Wasserstoffionen (H-Ionen) oder an 23 g einwertigen Natriumionen (Na-Ionen)

Mit dieser Elektrizitätsabgabe nehmen die Ionen ihren gewöhnlichen elementaren Charakter an, das Chlor entweicht als grüngelbes Gas und das Natrium zersetzt das Wasser unter Wasserstoffentwickelung[1]). Es fragt sich nun, ob der Zerfall der Elektrolyte in Ionen, also, um bei dem von uns gewählten Beispiel zu bleiben, der Zerfall der NaCl-Molekeln in positive Natriumionen (Na-Ionen) und negative Chlorionen (Cl-Ionen) erst unter dem Einflusse des elektrischen Stromes entsteht oder ob dieser Ionisationsvorgang schon beim Lösen des Salzes in Wasser, also ohne äußere Zufuhr von Elektrizität, eintritt. Im letzteren Falle müßte jede Kochsalzlösung Natriumionen und Chlorionen enthalten. Die Überlegung, daß zur Spaltung der neutralen NaCl-Molekeln in ihre Ionen, falls diese erst durch den elektrischen Strom zustande käme, eine gewisse Arbeit seitens des elektrischen Stromes aufgewendet werden müßte, machte das Vorhandensein von Ionen in jeder wässerigen Salzlösung auch ohne die äußere Anwendung von Elektrizität sehr wahrscheinlich. Man hatte nämlich beobachtet, daß ein elektrischer Strom unter gewissen Umständen durch eine Salzlösung, z. B. durch eine Silbernitratlösung unter Verwendung von Elektroden aus Silberblech, geleitet werden kann, ohne daß ein meßbarer Verlust an elektrischer Energie nachzuweisen ist. Ein solcher Energieverlust müßte aber eintreten, wenn die Spaltung der elektrisch neutralen $AgNO_3$-Molekeln in positive Silberionen (Ag-Ionen) und negative Salpetersäureionen (NO_3-Ionen) erst unter dem Einflusse des elektrischen Stromes vor sich ginge. Infolgedessen war man gezwungen, anzunehmen (Clausius 1857), daß beim Lösen eines Elektrolyten in Wasser ein Bruchteil der elektrisch neutralen Molekeln in positive und negative Ionen zerfällt. Eine plausible Erklärung für diesen Vorgang gewährte die kinetische Theorie der Gase, wonach deren Molekeln in steter Bewegung sind und beständig gegeneinander prallen. In ähnlicher Bewegung stellte man sich die Molekeln in einer Lösung vor. Durch das ständige Gegen-

---

oder an $\frac{40}{2} = 20$ g zweiwertigen Calciumionen (Ca-Ionen) haftende positive Elektrizitätsmenge 96540 Coulomb. Die gleiche Menge negativer Elektrizität haftet an 35,5 g einwertigen Chlorionen (Cl-Ionen), $\frac{96}{2} = 48$ g zweiwertigen Schwefelsäureionen (SO_4-Ionen) oder an $\frac{95}{3} = 31{,}7$ g dreiwertigen Phosphorsäureionen (PO_4-Ionen).

[1]) Die Erscheinung, daß die Stoffe im Ionenzustande andere Eigenschaften besitzen als im gewöhnlichen elementaren Zustande, daß also das Chlor im Ionenzustande farblos aussieht und das Natriumion nicht auf Wasser zersetzend einwirkt, steht in der Chemie nicht vereinzelt da. Ja, es ist ein ganz allgemeines Naturgesetz, daß die Stoffe nicht nur andere sinnlich wahrnehmbare Eigenschaften, sondern auch ein anderes chemisches Verhalten zeigen, wenn sie mit wechselnden Energiemengen behaftet sind. So unterscheidet sich der gewöhnliche gelbe vom roten, sogenannten amorphen Phosphor durch seine niedrigere Entzündungstemperatur, seine Giftigkeit, seine Farbe, sein Verhalten zu Lösungsmitteln, sein spezifisches Gewicht, seine reduzierenden Eigenschaften usw. Trotzdem sind die beiden sich verschieden verhaltenden Stoffe das gleiche Element Phosphor. Beide liefern bei der Oxydation die gleiche Phosphorsäure. Die Verschiedenheit jener Eigenschaften wird durch den verschiedenen Gehalt an Energie bedingt. Dies sehen wir daran, daß der gelbe Phosphor beim Verbrennen mehr Wärme entwickelt, als der rote, obgleich sie beide die gleichen Verbrennungsprodukte geben. Ähnlich verhalten sich die zahlreichen verschiedenen Modifikationen der übrigen Elemente und ihrer Verbindungen.

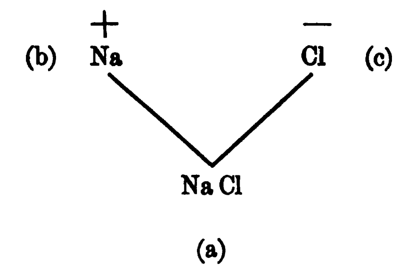
einanderstoßen der Salzmolekeln konnten nach jener Anschauung Bruchstücke entstehen, welche mit den Ionen identisch waren.

Eine fundamentale Erweiterung dieser Anschauungen verdanken wir Arrhenius, welcher darauf hinwies, daß diejenigen Stoffe, deren wässerige Lösungen den elektrischen Strom leiten, auch ausnahmslos eine größere Gefrierpunktserniedrigung zeigen, als die Rechnung unter Zugrundelegung ihres normalen Molekulargewichtes ergibt. Nach seiner Auffassung lassen sich die Eigenschaft der Salzlösungen, den elektrischen Strom zu leiten, und ihr abnorm tiefer Gefrierpunkt, der, wie wir oben sahen, zu der Vorstellung Anlaß gibt, als ob sich die Zahl der Molekeln des gelösten Stoffes beim Lösungsvorgange vermehre, durch die Annahme zwanglos erklären, daß beim Lösen eines Salzes, einer Säure oder Base in Wasser eine Spaltung der Molekeln dieser Stoffe in Teilmolekeln oder Ionen stattfinde. Danach üben die Teilmolekeln oder Ionen in bezug auf den Gefrierpunkt der Lösung denselben Einfluß aus, wie die übrigen Molekeln und die an der Lösung eines Elektrolyten beobachtete Gefrierpunktserniedrigung des Lösungsmittels setzt sich additiv aus der Wirkung der Molekeln und Ionen zusammen.

Den Vorgang der Spaltung der Molekeln eines Elektrolyten in elektrisch geladene Ionen, z. B. des Kochsalzes in das positive Natriumion (Na-Ion) und in das negative Chlorion (Cl-Ion), welcher stets mit dem Auflösen des Salzes in Wasser verbunden ist und ohne jede Zuführung der Elektrizität von außen vor sich geht, bezeichnet man mit dem Namen: „Elektrolytische Dissoziation".

Auf Grund der von Arrhenius (1887) aufgestellten Theorie der elektrolytischen Dissoziation können wir uns die Konstitution einer wässerigen Kochsalzlösung durch folgendes Schema versinnbildlichen.

Tabelle 3. Schematische Darstellung der Konstitution einer wässerigen Chlornatriumlösung nach der elektrolytischen Dissoziationstheorie.



(a)

In diesem Schema bedeutet:
a = nichtdissoziierte Chlornatriummolekeln,
b = positive Natriumionen,
c = negative Chlorionen.

Die Bedeutung dieser Theorie liegt nicht nur darin, daß sie uns über das Wesen der Lösungen[1]) von Salzen, Säuren und Basen aufklärt und die innigen Be-

[1]) Die elektrolytische Dissoziation der Elektrolyte beschränkt sich nicht nur auf wässerige Lösungen, sondern sie findet auch in anderen Lösungsmitteln: Alkoholen, Aceton, flüssiger schwefliger Säure usw., wenn auch in der Regel nicht in so weitgehendem Maße, statt.

ziehungen scheinbar so weit auseinander liegender Eigenschaften wie der elektrischen Leitfähigkeit, der Gefrierpunktserniedrigung und der Siedepunktserhöhung lehrt, sondern daß auch die qualitative und quantitative Analyse wie alle andern Zweige der Chemie, welche sich mit den wässerigen Lösungen jener Stoffe beschäftigen, auf Grund der neuen Anschauungen eine epochemachende Förderung erfahren haben. Hierzu war es aber vor allem erforderlich, die Vorgänge bei der elektrolytischen Dissoziation nicht nur ihrem Wesen nach aufzuklären, sondern auch quantitativ zu verfolgen.

Vergegenwärtigen wir uns nochmals die Tabellen 1 und 2 auf Seite 195, so finden wir in Spalte 5 die aus den beobachteten Gefrierpunkten der Lösungen berechneten molekularen Gefrierpunktserniedrigungen. Bei den Lösungen des Traubenzuckers, eines Nichtelektrolyten, waren diese Werte annähernd konstant, ihr Mittelwert betrug 1,85°. Bei der Kochsalzlösung hingegen sind die Zahlen nicht nur erheblich größer, sondern sie stehen auch in einem gewissen Verhältnis zur Konzentration der Lösung. Je verdünnter diese ist, um so größer wird die molekulare Gefrierpunktserniedrigung, bis sie schließlich bei der 84,75-litrigen Lösung den doppelten Betrag von 1,85 erreicht. Im Lichte der Theorie der elektrolytischen Dissoziation betrachtet, lassen diese Zahlen erkennen, daß der Dissoziationsgrad des Chlornatriums, d. h. der Bruchteil seiner Molekeln, welcher in Ionen zerfällt, größer wird, je mehr wir die Lösung verdünnen, und daß schließlich in der 84,75-litrigen Lösung, praktisch gesprochen, alle Kochsalzmolekeln in den Ionenzustand übergegangen sind[1]). Die Bestimmung der Gefrierpunktserniedrigung gibt uns demnach ein Hilfsmittel an die Hand, um den Dissoziationsgrad eines Elektrolyten zu ermitteln. Im vorliegenden Falle können wir den Bruchteil der Molekeln, welcher in Ionen zerfallen ist, auf Grund folgender Überlegung berechnen, wobei wir nachstehende Bezeichnungen benutzen wollen. Es sei:

m = Anzahl der nicht dissoziierten NaCl-Molekeln,
n = Anzahl der dissoziierten NaCl-Molekeln,
k = Anzahl der Ionen, welche aus einer NaCl-Molekel entstehen, demnach = 2,
Δ = scheinbare molekulare Gefrierpunktserniedrigung, bezogen auf 1 kg Wasser,
α = der gesuchte Dissoziationsgrad, d. h. der Bruchteil der NaCl-Molekeln, welcher in Ionen gespalten ist.

Nehmen wir zunächst an, daß von der Zahl der in Lösung befindlichen Kochsalzmolekeln, welche = m + n ist, keine Molekel dissoziiert sei, so müßte analog dem Verhalten des Traubenzuckers, bei welchem diese Voraussetzung zutrifft, die molekulare Gefrierpunktserniedrigung = 1,85 sein. Nun sind aber n Molekeln in den Ionen-

[1]) Mit Hilfe der elektrischen Leitfähigkeitsmessungen, welche viel empfindlicher sind als die Bestimmungen der Gefrierpunkte, findet man, daß das Kochsalz erst in einer mehrtausendlitrigen Lösung nahezu vollständig dissoziiert ist. Nach der Theorie muß auch in den noch verdünnteren Lösungen ein gewisser, wenn auch sehr kleiner Bruchteil der Salzmolekeln undissoziiert vorhanden sein.



zustand übergegangen und infolgedessen $k \cdot n$ Ionen entstanden, so daß die Summe aller Stoffteilchen, d. h. Molekeln + Ionen, $= m + k \cdot n$ ist. Da jedes Ion den Gefrierpunkt der Lösung in demselben Maße herabsetzt wie eine Molekel, so muß die Herabsetzung des Gefrierpunktes der Lösung und infolgedessen auch die molekulare Gefrierpunktserniedrigung um soviel größer sein, als der Zahl der vorhandenen Stoffteilchen entspricht. Da für $m + n$ Stoffteilchen die molekulare Gefrierpunktserniedrigung 1,85 beträgt, so ist sie für $m + kn$ Stoffteilchen $\frac{1{,}85\,(m + kn)}{m + n}$.

Wir erhalten demnach für jede Kochsalzlösung, deren molekulare Gefrierpunktserniedrigung $= \triangle$ ist, die Gleichung:

$$\triangle = \frac{1{,}85\,(m + kn)}{m + n} \text{ oder } \frac{\triangle}{1{,}85} = \frac{m + kn}{m + n}.$$

Dieser Gleichung können wir durch Addition und Subtraktion im Zähler der rechten Seite die Form geben:

$$\frac{\triangle}{1{,}85} = \frac{m + n + nk - n}{m + n} = 1 + \frac{n\,(k - 1)}{m + n}.$$

Der Dissoziationsgrad α bezeichnet den Bruchteil der Salzmolekeln, welcher in Ionen gespalten ist. Da die Summe der in Lösung gegangenen Salzmolekeln $m + n$ beträgt, ist $\alpha = \frac{n}{m + n}$. Setzen wir für diesen Wert in die obige Gleichung α ein, so erhalten wir: $\frac{\triangle}{1{,}85} = 1 + \alpha\,(k - 1)$, und da ferner beim Kochsalz die Zahl $k = 2$ ist, so nimmt die Gleichung die Form an:

$$\frac{\triangle}{1{,}85} = 1 + \alpha \text{ oder } \alpha = \frac{\triangle}{1{,}85} - 1.$$

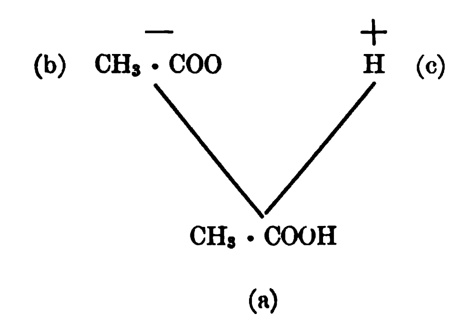
Will man, was für praktische Rechnungen besonders bequem und übersichtlich ist, den Dissoziationsgrad in Prozenten berechnen, so hat man den für α gefundenen Wert mit 100 zu multiplizieren. In dieser Weise sind die in Spalte 6 der Tabelle 2 enthaltenen Prozentzahlen berechnet worden, wobei für $\triangle$ die in Spalte 5 stehenden Werte benutzt wurden. Für die in der untersten Reihe verzeichnete 9,23-litrige Kochsalzlösung gestaltete sich z. B. die Rechnung folgendermaßen:

$$\begin{aligned} 100\,\alpha &= 100 \cdot \left(\frac{3{,}47}{1{,}85} - 1\right) \% \\ &= 100 \cdot (1{,}88 - 1) \% \\ &= 88 \%. \end{aligned}$$

Da in den Salzlösungen infolge der elektrolytischen Dissoziation eine neue Stoffgattung, die Ionen, mit spezifischen Eigenschaften vorhanden ist und zwar in sehr erheblicher Menge, so folgt daraus, daß wir im Wein die Salze in mancher Hinsicht, wie z. B. in bezug auf ihren Einfluß auf den Lösungszustand der im Wein gleichzeitig vorhandenen anderen Salze und der freien Säuren, anders beurteilen müssen, als z. B. den Traubenzucker oder das Glycerin, die nicht dissoziiert sind.

Da die Säuren auch zu den Elektrolyten gehören und in wässeriger Lösung ebenfalls der elektrolytischen Dissoziation unterworfen sind, wollen wir jetzt die hauptsächlichsten der im Wein vorkommenden Säuren: die Essigsäure, Milchsäure, Bernsteinsäure, Äpfelsäure und Weinsäure von diesem Standpunkte aus betrachten. Die einbasische Essigsäure $CH_3 \cdot COOH$ zerfällt in wässeriger Lösung teilweise in negative Essigsäureionen ($CH_3 \cdot COO$-Ionen) und positive Wasserstoffionen (H-Ionen). Wir können uns demnach die Konstitution einer wässerigen Essigsäurelösung durch folgendes Schema versinnbildlichen:

Tabelle 4. Schematische Darstellung der Konstitution einer wässerigen Essigsäurelösung nach der elektrolytischen Dissoziationstheorie.

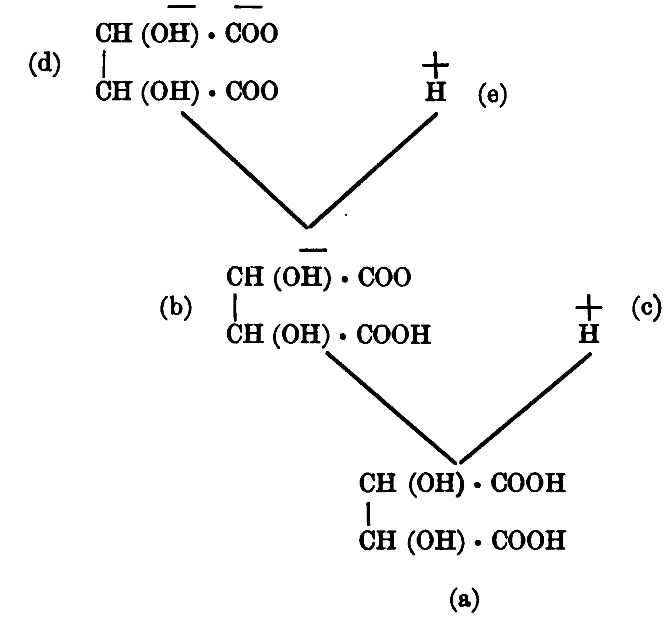


In diesem Schema bedeutet:
a = nicht dissoziierte Essigsäuremolekeln,
b = negative Essigsäureionen,
c = positive Wasserstoffionen.

In ähnlicher Weise ist die Milchsäure $CH_3 \cdot CH\,(OH) \cdot COOH$ in negative Milchsäureionen [$CH_3 \cdot CH\,(OH) \cdot COO$-Ionen] und positive Wasserstoffionen (H-Ionen) dissoziiert.

Bei den zweibasischen Säuren liegen die Verhältnisse insofern etwas verwickelter, als bei ihnen, wie W. Ostwald gezeigt hat, eine zweifache, stufenweise Dissoziation stattfindet. So entstehen z. B. bei der Weinsäure $\begin{array}{l} CH\,(OH) \cdot COOH \\ | \\ CH\,(OH) \cdot COOH \end{array}$ zunächst negative primäre Weinsäureionen $\left[\begin{array}{l} CH\,(OH) \cdot COO \\ | \\ CH\,(OH) \cdot COOH \end{array}\text{-Ionen}\right]$ und positive Wasserstoffionen (H-Ionen). Auf der zweiten Dissoziationsstufe vermögen die negativen primären Weinsäureionen negative sekundäre Weinsäureionen $\left[\begin{array}{l} CH\,(OH) \cdot COO \\ | \\ CH\,(OH) \cdot COO \end{array}\text{-Ionen}\right]$ und wiederum positive Wasserstoffionen (H-Ionen) zu bilden. Eine wässerige Weinsäurelösung kann somit durch folgendes Schema versinnbildlicht werden.

Tabelle 5. Schematische Darstellung der Konstitution einer wässerigen Weinsäurelösung nach der elektrolytischen Dissoziationstheorie.



In diesem Schema bedeutet:

a = nicht dissoziierte Weinsäuremolekeln,
b = negative primäre Weinsäureionen } auf der ersten Dissoziationsstufe,
c = positive Wasserstoffionen
d = negative sekundäre Weinsäureionen } auf der zweiten Dissoziationsstufe.
e = positive Wasserstoffionen

Ganz ähnlich gestaltet sich die Konstitution der wässerigen Lösungen der Bernsteinsäure $\begin{matrix} CH_2 \cdot COOH \\ | \\ CH_2 \cdot COOH \end{matrix}$ und der Äpfelsäure $\begin{matrix} CH\,(OH) \cdot COOH \\ | \\ CH_2 \cdot COOH \end{matrix}$. Die Bildung der sekundären Säureionen auf der zweiten Dissoziationsstufe ist in saurer Lösung nur sehr gering und kann bei den folgenden Betrachtungen mit Rücksicht auf die hier in Frage kommenden Säuren und Konzentrationen meist vernachlässigt werden. Sie spielt aber eine ausschlaggebende Rolle bei der Salzbildung und wird später bei der Besprechung der Konstitution von Lösungen, die diese Säuren und gleichzeitig Salze enthalten, entsprechend berücksichtigt werden.

Für uns ist es zunächst wichtig, zu wissen, daß bei der elektrolytischen Dissoziation von Säuren stets positive Wasserstoffionen (H-Ionen) neben negativen Säureionen entstehen. Man kann daher eine Säure ganz allgemein als eine chemische Verbindung bezeichnen, welche in wässeriger Lösung Wasserstoffionen (H-Ionen) bildet[1]).

[1]) Im Gegensatze zu den Säuren stehen die Basen, welche in wässeriger Lösung in negative Hydroxylionen (OH-Ionen) und positive Baseionen zerfallen, wie z. B. die Natronlauge $NaOH$ in positive Natriumionen (Na-Ionen) und negative Hydroxylionen (OH-Ionen), das Ammonium-Hydroxyd in positive NH_4-Ionen und negative OH-Ionen. Bei der Neutralisation von Säuren und Basen treten die H-Ionen mit den OH-Ionen zu dem sehr wenig dissoziierten Wasser zusammen, während die Säure- und Baseionen an dem Neutralisationsvorgange nur sekundär beteiligt sind.

Die „Stärke“ einer Säure richtet sich darnach, welcher Bruchteil der in Lösung befindlichen Säuremolekeln dissoziiert ist. Je größer dieser Bruchteil ist, je größer demnach die Konzentration der Wasserstoffionen (H-Ionen) in der Lösung bei gleichen molekularen Mengen gelöster Säure ist, desto „stärker“ ist die betreffende Säure. Das Charakteristische für eine saure Lösung ist demnach das Vorhandensein von Wasserstoffionen (H-Ionen); je größer deren Konzentration ist, um so saurer ist die Lösung. Der Säuregrad oder die Acidität einer Lösung ist infolgedessen, mag es sich um die Lösung einer oder mehrerer Säuren, oder um die Lösung eines Gemisches von Säuren und Salzen und anderen Stoffen handeln, gleichbedeutend mit der Konzentration der in der Lösung vorhandenen Wasserstoffionen. Wenden wir diese Anschauungen auf den Wein an, welcher eine Lösung von Säuren und Salzen in Wasser bei gleichzeitiger Anwesenheit von Alkohol, Zuckerarten, Glycerin und anderen Nichtelektrolyten darstellt, so können wir den Satz aufstellen: **Der Säuregrad des Weines ist identisch mit der Konzentration der darin enthaltenen Wasserstoffionen (H-Ionen).**

Es muß demnach unsere Aufgabe sein, eine Methode zu finden, welche die Bestimmung der Wasserstoffionen-Konzentration einer Lösung ermöglicht und auch den eigenartigen Verhältnissen beim Wein Rechnung trägt. Zu diesem Zwecke wollen wir der Reihe nach die Hilfsmittel besprechen, welche uns die moderne physikalische Chemie und die Elektrochemie bieten. Wie wir bereits gesehen haben, gibt uns die Molekulargewichtsbestimmung nach der Gefriermethode ein Mittel an die Hand, den Dissoziationsgrad eines Salzes, z. B. des Kochsalzes, in wässeriger Lösung zu bestimmen. Diese Methode können wir auch zur Bestimmung des Dissoziationsgrades einer Säure, z. B. der Essigsäure, und zur Berechnung der Konzentration der in der wässerigen Lösung enthaltenen Wasserstoffionen benutzen. Sie hat jedoch den Nachteil, daß die Gefrierpunktsunterschiede bei den schwächer dissoziierten Säuren nur sehr gering sind und daß die Gefrierpunkte infolgedessen mit sehr großer Genauigkeit ermittelt werden müssen, um brauchbare Werte zu erhalten. Solche Bestimmungen sind jedoch sehr schwierig auszuführen und erfordern viel Zeit. Außerdem bereitet die Deutung der Versuchsergebnisse bei mehrbasischen Säuren mancherlei Schwierigkeiten, und die Methode versagt bei der Ermittelung der Wasserstoffionen-Konzentration gänzlich, wenn Gemische von Säuren oder gar Gemische von Säuren, Salzen und anderen Stoffen vorliegen, wie dies z. B. beim Wein der Fall ist. Das Gleiche gilt für die Molekulargewichtsbestimmung nach der Siedemethode. Auch die Bestimmung der elektrischen Leitfähigkeit, welche zur Aufklärung des Lösungszustandes vieler Stoffe mit Erfolg herangezogen worden ist, führt beim Wein nicht zum Ziele. Da diese Methode jedoch infolge ihrer bequemen Handhabung und großen Genauigkeit zur Bestimmung des Dissoziationsgrades auch der schwächeren Säuren sehr geeignet ist, und unsere Kenntnisse der Dissoziationsverhältnisse der Säuren, Basen und Salze in wässeriger Lösung sich im Anschlusse an die Messungen der elektrischen Leitfähigkeit entwickelt haben, und weil von diesen Messungen und ihren Ergebnissen in nachstehenden Ausführungen vielfach die Rede sein wird, soll an dieser Stelle etwas näher auf jene Methode eingegangen werden.

4. **Elektrische Leitfähigkeit als Hilfsmittel zur Bestimmung des Säuregrades (der Wasserstoffionen-Konzentration) von wässerigen Lösungen.** Wir hatten oben gesehen, daß der Transport der Elektrizität in der wässerigen Lösung von Elektrolyten durch die Ionen vermittelt wird. Je mehr Ionen in der Lösung eines Stoffes enthalten sind, um so mehr Elektrizität kann in der Zeiteinheit unter sonst gleichbleibenden Versuchsbedingungen von einer Elektrode zur andern transportiert werden, um so größer ist die elektrische Leitfähigkeit der Lösung oder um so kleiner deren reziproker Wert, der Widerstand, den die Lösung dem Durchgange des elektrischen Stromes entgegensetzt. Die elektrische Leitfähigkeit [1]) gibt demnach unter Einhaltung bestimmter Versuchsbedingungen einen Maßstab für den Dissoziationsgrad der gelösten Stoffe ab, wie aus folgender Überlegung hervorgeht.

Denken wir uns in einem würfelförmigen Glasgefäß von 10 cm innerer Seitenlänge, welches demnach gerade einen Liter faßt, zwei gegenüber liegende Vertikalwände, die als Elektroden dienen sollen, mit Platinblech belegt, so können wir mittelst geeigneter Meßinstrumente das elektrische Leitvermögen einer Flüssigkeit messen, mit welcher wir das Gefäß anfüllen. Als Beispiel wollen wir eine wässerige Kochsalzlösung wählen, welche in 1 Liter ein Mol = 58,5 g NaCl enthält. Das elektrische Leitvermögen dieser Lösung, welches wir a_1 nennen wollen, entspricht der Konzentration der darin enthaltenen positiven Natriumionen (Na-Ionen) und negativen Chlorionen (Cl-Ionen), welche den Transport des elektrischen Stromes vermitteln. Nun denken wir uns das würfelförmige Gefäß samt den Platinelektroden nach oben auf das Zehnfache verlängert, so daß ein Hohlprisma von 1 qdm Querschnitt und 1 m Höhe entsteht, welches demnach 10 Liter faßt, und schichten über die am Boden des Gefäßes befindliche Kochsalzlösung reines Wasser bis zum Rande des Prismas, ohne daß ein Vermischen der Flüssigkeiten stattfindet, so werden wir bei einer erneuten Leitfähigkeitsmessung finden, daß das Leitvermögen das gleiche geblieben ist wie früher, denn reines Wasser leitet den elektrischen Strom so gut wie gar nicht. Mischen wir dagegen die beiden Flüssigkeitsschichten durch Umrühren und stellen wir auf diese Weise aus einer 1-litrigen Kochsalzlösung eine 10-litrige her und prüfen wir nun das elektrische Leitvermögen a_{10}, so werden wir finden, daß es nicht unerheblich zugenommen hat. Führen wir dasselbe Experiment nochmals aus, indem wir das Gefäß auf das Hundertfache seiner ursprünglichen Höhe bringen, so daß es 100 Liter faßt, so werden wir ähnliches beobachten. Vor dem Mischen der Kochsalzlösung mit dem darüber geschichteten Wasser behält das elektrische Leitvermögen den Wert a_{10} bei, um nach dem Mischen einen größeren Wert a_{100} anzunehmen. Die Zunahme des molekularen elektrischen Leitvermögens [2]) einer Kochsalzlösung beim Verdünnen mit Wasser beruht

---

[1]) Als Einheit wird das Leitvermögen eines Stoffes angenommen, von dem eine Säule von 1 cm Länge und 1 qcm Querschnitt den Widerstand 1 Ohm besitzt. Nach F. Kohlrausch und L. Holborn haben die bestleitenden wässerigen Säurelösungen bei etwa + 40° ein solches Leitvermögen.

[2]) Man hat zu unterscheiden zwischen dem spezifischen und dem molekularen elektrischen Leitvermögen. Das spezifische Leitvermögen einer Lösung ist gleich dem reziproken Widerstand, in Ohm gemessen, welchen eine Säule von 1 cm Länge und 1 qcm Querschnitt dem Durchgange des elektrischen Stromes entgegensetzt. Der Rauminhalt einer solchen Säule beträgt gerade



auf dem Anwachsen des Dissoziationsgrades des Salzes und der dadurch bedingten Vermehrung der Natrium- und Chlorionen. Ein ungefähres Bild von der Zunahme des Dissoziationsgrades mit steigender Verdünnung geben uns bereits die in Spalte 6 der Tabelle 2 auf Seite 195 enthaltenen Prozentzahlen, welche auf Grund der beobachteten Gefrierpunktserniedrigungen berechnet wurden. Wie die Untersuchungen von F. Kohlrausch[1]) gelehrt haben, wächst das molekulare elektrische Leitvermögen einer wässerigen Kochsalzlösung bei $+18^0$ mit zunehmender Verdünnung in folgender Weise an:

Konzentration der Kochsalzlösung in Litern	Molekulares elektrisches Leitvermögen
0,2	42,7
0,25	49,2
0,33	56,5
0,5	64,8
1	74,4
10	92,5
100	102,8
1000	107,8
10000	109,7
∞ (berechnet)	110,3

Diese Zusammenstellung zeigt, daß das molekulare elektrische Leitvermögen der Kochsalzlösungen mit abnehmender Konzentration von der 0,2-litrigen = 5 fach normalen bis zur 100-litrigen = $\frac{1}{100}$-normalen Lösung rasch ansteigt, von 42,7 auf 102,8, und von dieser Verdünnung ab nur noch verhältnismäßig wenig zunimmt. Diese Erscheinung beruht darauf, daß das Kochsalz in der 100-litrigen Lösung ziemlich weitgehend elektrolytisch dissoziiert ist, und daß infolgedessen bei den weiteren Verdünnungen keine wesentliche Vermehrung der Ionen mehr eintreten kann. Da die molekulare elektrische Leitfähigkeit der Ionenkonzentration im allgemeinen proportional gesetzt werden kann, können wir den elektrolytischen Dissoziationsgrad eines binären, d. h. in zwei Ionen zerfallenden Elektrolyten bei jeder beliebigen Verdünnung berechnen, wenn wir die molekulare elektrische Leitfähigkeit bei dieser Verdünnung und diejenige bei sehr großer Verdünnung, bei welcher wir eine, praktisch gesprochen, vollständige Dissoziation annehmen können, bestimmen. Bezeichnen wir erstere mit λ_v, wobei v die Konzentration der Lösung in Litern bedeutet, und letztere mit λ_∞, so ist der Dissoziationsgrad $x = \frac{\lambda_v}{\lambda_\infty}$. Berechnen wir nach dieser Gleichung den Dissoziationsgrad des

1 ccm. Das molekulare Leitvermögen einer Lösung wird erhalten, indem man das spezifische Leitvermögen derselben mit einer Zahl multipliziert, die angibt, in wieviel ccm der Lösung ein Mol des betreffenden Stoffes gelöst ist. So beträgt z. B. das spezifische Leitvermögen einer 10-litrigen Chlornatriumlösung 0,00925 Einheiten und die molekulare Leitfähigkeit demnach $10000 \cdot 0{,}00925 = 92{,}5$ Einheiten. Die in dem oben gewählten Beispiele benutzten Werte a_1, a_{10} und a_{100} sind zehnmal kleiner als die wahre molekulare Leitfähigkeit einer 1-, 10- und 100-litrigen Kochsalzlösung, da sich die Elektroden nicht im Abstand von 1 cm, sondern von 10 cm befinden. Das gegenseitige Verhältnis bleibt natürlich dasselbe.

[1]) F. Kohlrausch und L. Holborn, Das Leitvermögen der Elektrolyte, Leipzig, B. G. Teubner 1898, Seite 159.

Kochsalzes in 10-litriger wässeriger Lösung, indem wir die von F. Kohlrausch ermittelten Werte $\lambda_{10} = 92,5$ und $\lambda_{\infty} = 110,3$ einsetzen, so ergibt sich für x der Bruch $\frac{92,5}{110,3} = 0,84$ oder mit anderen Worten: es gehen bei dieser Verdünnung 84 % des Kochsalzes in den Ionenzustand über. Vergleicht man hiermit den aus der Gefrierpunktserniedrigung in Tabelle 2 Seite 195 berechneten Wert, welcher zwischen 88 % und 89 % liegt, so ergibt sich der nicht unerhebliche Unterschied von 4—5 %. Noch ungünstiger gestaltet sich der Vergleich, wenn man den aus dem elektrischen Leitvermögen der 100-litrigen Lösung berechneten Dissoziationsgrad heranzieht. Dieser beträgt $\frac{102,8}{110,3} = 0,93$ oder 93 %, während nach Tabelle 2 das Kochsalz schon in 84,75-litriger Lösung zu 100 % dissoziiert sein soll. Die Ursache dieser Unterschiede ist, wie schon R. Abegg[1]) hervorhebt, noch nicht genügend aufgeklärt; jedenfalls verdienen die aus dem elektrischen Leitvermögen berechneten Werte den Vorzug, wenn auch das Verhalten stark dissoziierter Stoffe, wie das der starken Mineralsäuren und der meisten Salze, in dieser Beziehung noch nicht völlig erforscht ist.

Mit sehr großer Genauigkeit, und darauf kommt es gerade bei unseren Untersuchungen an, lassen sich jedoch mit Hilfe der elektrischen Leitfähigkeitsmethode die Dissoziationsgrade der mittelstarken und schwachen Säuren bestimmen, zu denen die Säuren des Weines gehören. Solche Bestimmungen werden nicht in der oben angedeuteten Weise in würfelförmigen Gefäßen von 1 Liter Inhalt ausgeführt — diese Methodik wurde nur der Anschaulichkeit wegen herangezogen —, sondern in kleinen handlichen Gefäßen von wenigen Kubikzentimetern Inhalt und mit Hilfe von Wechselströmen. Ausführliche Beschreibungen dieser Methode finden sich in dem wiederholt angeführten Buche von F. Kohlrausch und L. Holborn, das Leitvermögen der Elektrolyte, und in dem Hand- und Hilfsbuche zur Ausführung physiko-chemischer Messungen von W. Ostwald und R. Luther. Die von den an zweiter Stelle genannten Autoren gegebene Darstellung eignet sich besonders für die Bedürfnisse des Chemikers. Ferner sei noch erwähnt, daß der Wert λ_{∞}, d. h. das molekulare elektrische Leitvermögen bei unendlicher Verdünnung, für die hier in Frage kommenden Säuren nicht durch den Versuch bestimmt wird, sondern mit großer Genauigkeit durch Rechnung aus dem elektrischen Leitvermögen ihrer Salze und aus demjenigen anderer starker Säuren bei sehr großer Verdünnung gefunden werden kann. In den Tabellen 6 bis 10 ist das elektrische Leitvermögen der Essigsäure, Bernsteinsäure, Milchsäure, Äpfelsäure und Weinsäure bei $+ 25^{0}$ sowie der daraus berechnete elektrolytische Dissoziationsgrad in wässeriger Lösung bei verschiedenen Verdünnungen zusammengestellt worden[2]). Wir werden bei den späteren Betrachtungen auf diese Zahlen wiederholt zurückkommen.

---

[1]) Zeitschrift für physikal. Chemie **20**, 231 (1896).

[2]) W. Ostwald, Über die Affinitätsgrößen organischer Säuren und ihre Beziehungen zur Zusammensetzung und Konstitution derselben. Zeitschrift für physikal. Chemie **3**, 170 ff. (1889)

Tabelle 6. Molekulare elektrische Leitfähigkeit, elektrolytische Dissoziation und Affinitätskonstante der Essigsäure[1]) in wässeriger Lösung bei verschiedenen Konzentrationen. Temp. + 25°.

Anzahl der Liter Lösung, in denen 1 Grammmolekel = 1 Mol = 60 g Essigsäure enthalten sind	Molekulare elektrische Leitfähigkeit der Lösung λ_v	Prozentsatz der Essigsäure, der in Ionen gespalten ist $100 \frac{\lambda_v}{\lambda_\infty}$	Affinitätskonstante nach W. Ostwald
1	2	3	4
8	4,63	1,19	0,0000 180
16	6,50	1,67	0,0000 179
32	9,2	2,38	0,0000 182
64	12,9	3,33	0,0000 179
128	18,1	4,68	0,0000 179
256	25,4	6,58	0,0000 180
512	34,3	9,14	0,0000 180
1024	49,0	12,66	0,0000 177
	$\lambda_\infty = 387$		**0,0000 180**

Tabelle 7. Molekulare elektrische Leitfähigkeit, elektrolytische Dissoziation und Affinitätskonstante der Bernsteinsäure[2]) in wässeriger Lösung bei verschiedenen Konzentrationen. Temp. + 25°.

Anzahl der Liter Lösung, in denen 1 Grammmolekel = 1 Mol = 118 g Bernsteinsäure enthalt. sind	Molekulare elektrische Leitfähigkeit der Lösung λ_v	Prozents. der Bernsteinsäure, der in Ionen gespalten ist $100 \frac{\lambda_v}{\lambda_\infty}$	Affinitätskonstante nach W. Ostwald
1	2	3	4
16	12,2	3,20	0,0000 662
32	17,1	4,50	0,0000 662
64	23,9	6,32	0,0000 667
128	33,3	8,80	0,0000 664
256	46,4	12,24	0,0000 668
512	63,4	16,75	0,0000 659
1 024	87,0	22,95	0,0000 668
2 048	116,7	30,82	0,0000 671
	$\lambda_\infty = 379$		**0,0000 665**

Tabelle 8. Molekulare elektrische Leitfähigkeit, elektrolytische Dissoziation und Affinitätskonstante der Milchsäure[3]) in wässeriger Lösung bei verschiedenen Konzentrationen. Temp. + 25°.

Anzahl der Liter Lösung, in denen 1 Grammmolekel = 1 Mol = 90 g Milchsäure enthalten sind	Molekulare elektrische Leitfähigkeit der Lösung λ_v	Prozentsatz der Milchsäure, der in Ionen gespalten ist $100 \frac{\lambda_v}{\lambda_\infty}$	Affinitätskonstante nach W. Ostwald
1	2	3	4
8	12,4	3,26	0,000 137
16	17,5	4,60	0,000 139
32	24,6	6,46	0,000 139
64	34,3	9,00	0,000 139
128	47,4	12,37	0,000 137
256	64,2	16,80	0,000 133
512	87,6	22,96	0,000 134
1024	116,9	30,93	0,000 135
	$\lambda_\infty = 381$		**0,000 138**

Tabelle 9. Molekulare elektrische Leitfähigkeit, elektrolytische Dissoziation und Affinitätskonstante der Äpfelsäure[4]) in wässeriger Lösung bei verschiedenen Konzentrationen. Temp. + 25°.

Anzahl der Liter Lösung, in denen 1 Grammmolekel = 1 Mol = 134 g Äpfelsäure enthalten sind	Molekulare elektrische Leitfähigkeit der Lösung λ_v	Prozentsatz der Äpfelsäure, der in Ionen gespalten ist $100 \frac{\lambda_v}{\lambda_\infty}$	Affinitätskonstante nach W. Ostwald
1	2	3	4
32	40,4	10,64	0,000 396
64	56,6	14,64	0,000 393
128	76,2	20,10	0,000 396
256	102,7	27,10	0,000 394
512	136,6	36,0	0,000 396
1024	177,5	46,8	0,000 402
2048	227,0	59,8	0,000 434
	$\lambda_\infty = 379$		**0,000 395**

[1]) W. Ostwald, Zeitschr. f. physikal. Chemie 3, 174 (1889). Die Werte für λ_v und λ_∞, welche im Original auf reziproke Siemens-Einheiten angegeben sind, wurden auf reziproke Ohm umgerechnet. Auf die übrigen Zahlen hat diese Umrechnung keinen Einfluß.

[2]) W. Ostwald, Zeitschrift f. physikalische Chemie 3, 282 (1889).

[3]) " " " " " " 3, 191 (1889).

[4]) " " " " " " 3, 370 (1889).

Tabelle 10. **Molekulare elektrische Leitfähigkeit, elektrolytische Dissoziation und Affinitätskonstante der**
Weinsäure[1])
in wässeriger Lösung bei verschiedenen Konzentrationen. Temp. + 25°.

Anzahl der Liter Lösung, in denen 1 Grammmolekel = 1 Mol = 150 g Weinsäure enthalten sind	Molekulare elektrische Leitfähigkeit der Lösung λ_v	Prozentsatz der Weinsäure, der in Ionen gespalten ist $100 \frac{\lambda_v}{\lambda_\infty}$	Affinitätskonstante nach W. Ostwald
1	2	3	4
8	—	—	—
16	44,8	11,67	0,00 096
32	61,4	16,20	0,00 098
64	83,9	22,12	0,00 098
128	113,2	29,85	0,00 099
256	150,8	39,80	0,00 103
512	196,7	51,8	0,00 109
1024	251,6	66,3	0,00 127
2048	310,3	81,8	0,00 179
	$\lambda_\infty = 379$		0,00 097 [2])

Wie aus Tabelle 6 hervorgeht, in welcher die Werte für Essigsäure verzeichnet sind, ist diese Säure viel weniger dissoziiert, als das Kochsalz in den entsprechenden Verdünnungen. Während das Chlornatrium auf Grund seines elektrischen Leitvermögens in 100-litriger Lösung zu 93 % dissoziiert ist, gehen von der Essigsäure bei der gleichen Konzentration nur ca. 4 % in den Ionenzustand über und noch in der 1024-litrigen Lösung ist sie erst zu 12,66 % dissoziiert. Der Dissoziationsgrad der Bernsteinsäure ist schon erheblich größer, dann folgen die Milchsäure, die Äpfelsäure und schließlich die Weinsäure. Obgleich die prozentischen Dissoziationsangaben einen guten Überblick über die Stärkeverhältnisse dieser Säuren bei den verschiedenen Verdünnungen gewähren, lassen sich diese Verhältnisse auf Grund einer weiteren Überlegung — wie W. Ostwald gezeigt hat — durch einfache Zahlengrößen darstellen. Vergegenwärtigen wir uns hierzu nochmals das Schema der Konstitution einer wässerigen Essigsäurelösung in Tabelle 4 auf Seite 203, in welchem die molekulare Menge der nicht dissoziierten Essigsäuremolekeln mit a, die der negativen Essigsäureionen mit b, und die der positiven Wasserstoffionen mit c bezeichnet wurde. Auf Grund des von Guldberg und Waage 1867 entdeckten Massenwirkungsgesetzes besteht, wie W. Ostwald gezeigt hat, zwischen den Konzentrationen der Ionen eines binären, d. h. in zwei Ionen zerfallenden Elektrolyten und der Konzentration der nicht dissoziierten Molekeln eine ganz bestimmte Beziehung, welche sich dahin zusammenfassen läßt:

[1]) W. Ostwald, Zeitschrift für physikalische Chemie 3, 371 (1889).

[2]) Zur Berechnung des Mittelwertes der Affinitätskonstanten für die Weinsäure wurden die zu den größten Verdünnungen gehörigen Werte unberücksichtigt gelassen, da sich hierbei die zweibasische Natur dieser Säure störend geltend macht.

Das Produkt der molekularen Konzentrationen der beiden Ionen, dividiert durch die molekulare Konzentration des nicht dissoziierten Elektrolyten, ist konstant und unabhängig von der jeweiligen Verdünnung der Lösung. Unter der molekularen Konzentration haben wir die molekulare Menge der in der Volumeinheit, dem Liter, gelösten Stoffe zu verstehen. Benutzen wir die oben gewählten Bezeichnungen a, b und c, welche sich auf ein Mol des betreffenden Stoffes beziehen, so erhalten wir die entsprechenden Konzentrationen, indem wir diese Größen durch die Anzahl der Liter dividieren, in welchen 1 Mol des Stoffes gelöst ist. Die Zahl der Liter, in welchen 1 Mol des Stoffes gelöst ist, wollen wir mit v bezeichnen. Die oben ausgesprochene Gesetzmäßigkeit findet demnach in der Gleichung ihren Ausdruck:

$$\frac{\frac{b}{v} \cdot \frac{c}{v}}{\frac{a}{v}} = k \text{ oder } \frac{b \cdot c}{a \cdot v} = k.$$

Diese Konstante k, welche wegen ihrer Unabhängigkeit von der jeweiligen Konzentration der Lösung für die Dissoziationsverhältnisse der binären Elektrolyte sehr charakteristisch ist und bei den Säuren und Basen einen Maßstab für deren Stärke bildet, nennen wir nach W. Ostwald die Affinitätskonstante. Da die Konstante in der Regel durch die Bestimmung des elektrischen Leitvermögens dieser Stoffe ermittelt wird, ist es zweckmäßig, sie unmittelbar aus den bei diesen Messungen sich ergebenden Zahlenwerten zu berechnen. Wenn wir uns vergegenwärtigen, daß der Dissoziationsgrad x eines binären Elektrolyten nach der Gleichung: $x = \frac{\lambda_v}{\lambda_\infty}$ ermittelt werden kann, worin λ_v das elektrische Leitvermögen des betreffenden Stoffes bei der fraglichen Verdünnung und λ_∞ dasjenige in unendlicher Verdünnung bedeuten, und daß dieser Dissoziationsgrad x gleichbedeutend mit der molekularen Menge der beiden Ionen ist, die ja immer in der gleichen Anzahl entstehen, so können wir $x = b$ und auch $x = c$ setzen. Andererseits ist a, der nicht dissoziierte Bruchteil des Elektrolyten, gleich $1 - x$, da die Gesamtmenge des in Lösung befindlichen Stoffes 1 Mol beträgt. Setzen wir in der Gleichung $\frac{b \cdot c}{a \cdot v} = k$ die entsprechenden Werte ein, so erhalten wir $\frac{x^2}{(1 - x) v} = k$, und wenn wir für x den Wert $\frac{\lambda_v}{\lambda_\infty}$ einführen, $\frac{\left(\frac{\lambda_v}{\lambda_\infty}\right)^2}{\left(1 - \frac{\lambda_v}{\lambda_\infty}\right) v} = k$. Durch Umformung der letzteren Gleichung erhalten wir:

$$\frac{\lambda_v^2}{\lambda_\infty (\lambda_\infty - \lambda_v) v} = k.$$

Auf diese Weise sind in den Tabellen 6 bis 10 die in Spalte 4 stehenden Werte von k für die hauptsächlichsten der im Wein vorkommenden organischen Säuren berechnet worden. Wie ein Blick auf die Tabellen lehrt, weichen bei allen[1])

[1]) Betreffs der Weinsäure vergleiche die Fußnote [2]) auf Seite 210.

fünf Säuren die Affinitätskonstanten, obwohl sie bei sehr weit auseinander gehenden Konzentrationen bestimmt wurden, nur unbedeutend von den als wahrscheinlich angenommenen Mittelwerten ab und zeigen, daß den elektrischen Messungen tatsächlich eine große Genauigkeit zukommt. In Tabelle 11 sind die organischen Säuren des Weines nach ihrer Stärke in wässeriger Lösung, d. h. nach ihren Affinitätskonstanten angeordnet.

Tabelle 11. Die wichtigsten organischen Säuren des Weines, angeordnet nach ihrer Stärke in wässeriger Lösung auf Grund ihrer Affinitätskonstanten.

	Name der Säure	Affinitätskonstante
1.	Essigsäure	0,0000180
2.	Bernsteinsäure	0,0000665
3.	Milchsäure	0,000138
4.	Äpfelsäure	0,000395
5.	Weinsäure	0,00097

Diese Affinitätskonstanten gewähren uns ferner den Vorteil, daß wir mit ihrer Hilfe den Dissoziationsgrad einer Säure und die Konzentration der Wasserstoffionen ihrer Lösungen bei jeder beliebigen Verdünnung berechnen können, für welche keine direkten Messungen ausgeführt wurden.

So läßt sich z. B. die Wasserstoffionen-Konzentration der 12-litrigen $= \frac{1}{6}$-normalen wässerigen Weinsäurelösung bei $+ 25^0$ in folgender Weise berechnen. In der oben entwickelten Gleichung $\frac{x^2}{(1-x)\,v} = k$ bedeutet x den elektrolytischen Dissoziationsgrad, v das in Litern ausgedrückte Volum der Lösung und k die Affinitätskonstante. Da die schwächeren zweibasischen Säuren infolge der stufenweisen Dissoziation sich bei den hier in Betracht kommenden Konzentrationen wie einbasische Säuren verhalten, kann diese Berechnung, welche eigentlich nur für binäre Elektrolyte gilt, auch auf die Weinsäure Anwendung finden. Aus dieser Gleichung, in welcher k, die Affinitätskonstante der Weinsäure, nach den Messungen W. Ostwalds[1]) $= 0{,}00097$, und v, das Volum, nach unserer Annahme $= 12$ ist, folgt:

$$x = \pm \sqrt{k\,v + \left(\frac{k\,v}{2}\right)^2} - \frac{k\,v}{2}$$

und, wenn wir die entsprechenden Werte einsetzen:

$$x = \pm \sqrt{0{,}00097 \cdot 12 - \left(\frac{0{,}00097 \cdot 12}{2}\right)^2} - \frac{0{,}00097 \cdot 12}{2}$$

oder $x = 0{,}102$.

[1]) Zeitschrift für physikalische Chemie 3, 371 (1889). (Vergleiche Tabelle 10.) Nach diesen Untersuchungen haben die Affinitätskonstanten für die Rechts- und Linksweinsäure sowie für die Traubensäure denselben Wert.

Da in 1 Liter einer 12-litrigen $= \frac{1}{6}$-normalen Weinsäurelösung die Konzentration der Weinsäuremolekeln $\frac{1}{12}$ beträgt, wovon der Bruchteil 0,102 in Wasserstoffionen und primäre Weinsäureionen dissoziiert ist, so beträgt die Konzentration der Wasserstoffionen $\frac{0{,}102}{12} = 0{,}0085$ Mol $= 8{,}5$ Millimol [1]).

Tabelle 12. Der Säuregrad der wichtigsten organischen Säuren des Weines, dargestellt durch die Wasserstoffionen-Konzentration in wässeriger Lösung bei + 25° C.

(Als Beispiel wurden 12-litrige Lösungen der Säuren miteinander verglichen, d. h. Lösungen, welche in 12 Litern das in Grammen ausgedrückte Molekulargewicht = 1 Mol der betreffenden Säure enthalten).

Säure	Anzahl der Liter Lösung, in denen 1 Grammmolekulargewicht = 1 Mol der Säure enthalten ist	Prozentgehalt der Lösung an wasserfreier Säure %	Prozentsatz der Säure, der in Ionen gespalten ist	Säuregrad oder Wasserstoffionenkonzentration, ausgedrückt in $\frac{1}{1000}$ Grammmolekulargewichten = Millimol in 1 Liter	Angabe, wieviel mal so stark die Säuren in 12-litriger wässeriger Lösung sind als Essigsäure
1. Essigsäure	12 Liter	0,50	1,46	1,22	1
2. Bernsteinsäure	"	0,98	2,77	2,31	1,89
3. Milchsäure	"	0,75	3,99	3,32	2,72
4. Äpfelsäure	"	1,12	6,65	5,54	4,54
5. Weinsäure	"	1,25	10,22	8,51	6,98

In Tabelle 12 sind die Säuregrade der organischen Säuren des Weines in ihren 12-litrigen wässerigen Lösungen zusammengestellt. Diese, in absolutem Maße ausgedrückten Wasserstoffionen-Konzentrationen geben uns bis zu einem gewissen Grade eine unmittelbare Vorstellung von den Stärkeverhältnissen der Säuren.

So wertvoll auch die Bestimmung des elektrischen Leitvermögens für die Ermittelung des Säuregrades einer Lösung ist, die nur eine Säure enthält, sie versagt leider, wie schon oben bemerkt wurde, vollkommen, wenn es sich um Säuregemische oder Gemische von Säuren und Salzen oder um Lösungen wie den Wein handelt. Wir wollen uns deshalb zu anderen Methoden wenden, welche uns in dieser Beziehung zum Ziele führen werden.

5. Allgemeines über die katalytischen Methoden zur Bestimmung des Säuregrades (der Wasserstoffionen-Konzentration) von Lösungen. Die Methode der Rohrzuckerinversion. Löst man Rohrzucker in Wasser auf, so erhält man eine Lösung, welche sich sehr lange Zeit aufbewahren läßt, ohne daß sie eine merkliche Veränderung erleidet. Setzt man jedoch zu dieser wässerigen Zuckerlösung eine Säure hinzu, so geht eine Umwandlung vor sich: der Rohrzucker wird invertiert. Die Zuckermolekel $C_{12}H_{22}O_{11}$ nimmt hierbei die Elemente des Wassers auf, und es entsteht nach der Gleichung:

$$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O = 2\,C_6H_{12}O_6$$

[1]) Millimol $= \frac{1}{1000}$ Mol.

aus je einer Rohrzuckermolekel eine Molekel Traubenzucker und Fruchtzucker, welch' letzteres Gemisch wir Invertzucker nennen. Wie Ludwig Wilhelmy 1850 zuerst gezeigt hat [1]), verläuft dieser Vorgang der Rohrzuckerinversion zeitlich nach einer bestimmten Gesetzmäßigkeit. Da der Invertzucker in wässeriger Lösung die Ebene des polarisierten Lichtes im Gegensatz zum Rohrzucker nach links ablenkt und da der jeweilige Gehalt der Lösung an unverändertem Rohrzucker dem beobachteten Polarisationswinkel proportional ist, so vermag man mit Hilfe des Polarisationsapparates das Reaktionsgemisch jederzeit zu analysieren und den Vorgang der Inversion quantitativ zu verfolgen, ohne daß ein chemischer Eingriff nötig wird. Als klassisches Beispiel sei hier eine Versuchsreihe angeführt, welche von Wilhelmy beobachtet wurde [2]). Er versetzte eine Rohrzuckerlösung mit Säure, bestimmte sofort die optische Drehung des Gemisches und wiederholte diese Bestimmung in gewissen Zeitabschnitten. Die wesentlichsten Ergebnisse dieser Versuchsreihe sind in Tabelle 13 zusammengestellt.

Tabelle 13. Inversionsgeschwindigkeit von Rohrzucker in wässeriger Lösung durch verdünnte Salpetersäure.

(Nach Versuchen von L. Wilhelmy.)

Zeit ϑ in Minuten, welche nach dem Zusatz der Säure zur Zuckerlösung verflossen ist	Abgelesener Drehungswinkel	Relative Konzentration des Rohrzuckers in der Lösung	Die für je 15 Minuten berechnete Abnahme der Konzentration des Rohrzuckers in der Lösung	Inversionskonstante $k = \frac{\log C_0 - \log C_\vartheta}{0,4343 \cdot \vartheta}$
1	2	3	4	5
0	+ 46,75°	65,45	—	—
15	+ 43,75°	62,45	3,00	0,00313
30	+ 41,00°	59,70	2,75	0,00307
45	+ 38,25°	56,95	2,75	0,00309
60	+ 35,75°	54,45	2,50	0,00307
75	+ 33,25°	51,95	2,50	0,00308
90	+ 30,75°	49,45	2,50	0,00311
105	+ 28,25°	46,95	2,50	0,00316
120	+ 26,00°	44,70	2,25	0,00318
150	+ 22,00°	40,70	2,00	0,00317
180	+ 18,25°	36,95	1,88	0,00318
570	— 8,75°	9,95	1,04	0,00330
∞	— 18,70° [3])	0	—	—

[1]) Über das Gesetz, nach welchem die Einwirkung der Säuren auf den Rohrzucker stattfindet. Poggendorff's Annalen **81**, 413 und 499.

[2]) Obgleich die Versuche Wilhelmys nicht bei genügend gleich bleibender Temperatur angestellt wurden und auch in anderer Beziehung mit Mängeln behaftet sind, so wurde dieses Beispiel doch gewählt, weil es W. Ostwald in seinem Grundriß der Allgemeinen Chemie (3. Aufl. 1899, Seite 296) und in seinem Lehrbuch der Allgemeinen Chemie (2. Aufl. 1896, Bd. 2, Teil II, S. 202) zum Ausgange seiner Darlegungen gewählt hat.

[3]) Dieser Drehungswinkel nach Ablauf der Inversion wurde nicht experimentell bestimmt, sondern nach der Angabe Wilhelmys berechnet. Darnach entsprechen je einem Grad Rechtsdrehung nach der Inversion mit Salpetersäure 0,399° Linksdrehung. Da die Rechtsdrehung ursprünglich 46,75° betrug, muß die schließliche Linksdrehung gleich 46,75 · 0,399 = —18,7° sein.

In den Spalten 1 und 2 sind die Zeitabschnitte und die abgelesenen Drehungswinkel aufgezeichnet. Wie man sieht, nimmt im Laufe der Zeit die im Anfange + 46,75° betragende optische Drehung ab, um schließlich nach vollständiger Inversion bei — 18,70° stehen zu bleiben. Die zu letzterem Werte gehörige Zeit ist mit ∞ bezeichnet. Da die in Lösung befindliche Menge Rohrzucker dem Drehungswinkel proportional ist, so brauchen wir im vorliegenden Falle, wo es sich um die Feststellung der Abnahme des nicht invertierten Rohrzuckers handelt, die jeweilige Konzentration des Rohrzuckers nicht auf absolute Gewichtsmengen zu berechnen, sondern wir können sie direkt in den jenen proportionalen Winkeleinheiten ausdrücken. Die Konzentration des Rohrzuckers bei der konstanten Mindestdrehung — 18,70° zur Zeit ∞ ist gleich Null zu setzen und infolgedessen haben wir die Winkelzählung von diesem Nullpunkte aus zu beginnen. Die Anfangskonzentration des Rohrzuckers unmittelbar nach dem Zusatz der Säure zur Zuckerlösung beträgt demnach 46,75 + 18,70 = 65,45, nach 15 Minuten ist die Konzentration auf 43,75 + 18,70 = 62,45 herabgegangen. Die auf diese Weise für die einzelnen Zeitabschnitte berechneten relativen Zuckermengen sind in Spalte 3 verzeichnet. In Spalte 4 ist ferner die für je 15 Minuten berechnete Abnahme der Konzentration des Rohrzuckers enthalten. Ein Vergleich dieser Zahlen lehrt, daß die Menge des in je 15 Minuten invertierten Rohrzuckers im Laufe der Zeit immer mehr abnimmt. Die Gesetzmäßigkeit, welche diesem Vorgange zugrunde liegt, geht aus folgenden Überlegungen hervor[1]).

Bezeichnen wir die Menge oder Konzentration des vor der Inversion in der Lösung befindlichen Rohrzuckers mit C_0 und den Bruchteil, welcher durch die Wirkung der Säure innerhalb der ersten Minute in Invertzucker verwandelt wird, mit k, so ist nach Verlauf von einer Minute die Menge des noch vorhandenen Rohrzuckers = $C_0 - C_0 \cdot k = C_0 \ (1 - k)$. Machen wir nun die Annahme, daß auch in den weiteren Zeitabschnitten von je einer Minute immer der gleiche Bruchteil k der zu Beginn jedes einzelnen Zeitabschnittes vorhandenen Menge Rohrzucker invertiert wird, und führen wir die Rechnung dementsprechend durch, so erhalten wir für die Konzentrationen des Rohrzuckers nach Ablauf der einzelnen Zeitabschnitte die auf Tabelle 14 (S. 216) in Spalte 2 enthaltenen Zahlenwerte. Dementsprechend ist die nach Verlauf von ϑ Minuten noch vorhandene Rohrzuckermenge $C_\vartheta = C_0 \ (1-k)^\vartheta$. An Stelle des von uns willkürlich gewählten Zeitabschnittes von einer Minute können wir auch irgend einen anderen größeren oder kleineren Zeitraum wählen, das Ergebnis bleibt immer dasselbe, wenn wir nur immer von der Voraussetzung ausgehen, daß innerhalb eines jeden Zeitabschnittes immer gleiche Bruchteile k der zu Beginn dieses Zeitabschnittes noch vorhandenen Menge Rohrzucker invertiert werden.

Diese Vorstellung vom Inversionsvorgange hat jedoch noch einen Mangel. Wir gingen dabei von der Anschauung aus, als ob die Inversionsgeschwindigkeit innerhalb der von uns als Einheit gewählten Zeitabschnitte entsprechend der jeweils vorhandenen Rohrzuckermenge von Anfang bis zu Ende konstant sei und sich sprungweise bei Beginn des nächsten Zeitabschnittes entsprechend der verminderten Rohrzuckermenge

---

[1]) Vergl. W. Ostwald, Grundriß der Allgemeinen Chemie. 2. Aufl. 1899, Seite 294 ff.

Tabelle 14.

Zeit in Minuten, welche nach dem Zusatz der Säure zur Zuckerlösung verflossen ist	Konzentration des Rohrzuckers, welche zu diesen Zeiten noch vorhanden ist, wenn innerhalb des Zeitabschnittes von 1 Minute der Bruchteil k der zu Beginn eines solchen Zeitabschnittes noch vorhandenen Menge Rohrzucker invertiert wird
1	2
0	C_0
1	$C_0 - C_0 \cdot k = C_0 (1-k)$
2	$C_0 (1-k) - C_0 (1-k) \cdot k = C_0 (1-k) \cdot (1-k) = C_0 (1-k)^2$
3	$C_0 (1-k)^2 - C_0 (1-k)^2 \cdot k = C_0 (1-k)^2 \cdot (1-k) = C_0 (1-k)^3$
4	$C_0 (1-k)^3 - C_0 (1-k)^3 \cdot k = C_0 (1-k)^3 \cdot (1-k) = C_0 (1-k)^4$
5	$C_0 (1-k)^4 - C_0 (1-k)^4 \cdot k = C_0 (1-k)^4 \cdot (1-k) = C_0 (1-k)^5$
ϑ	$C_0 (1-k)^\vartheta$

ändere, um wieder bis zu Ende dieses neuen Zeitabschnittes konstant zu bleiben. Darnach hätten wir anzunehmen, daß unter Zugrundelegung der oben gewählten Einheit von einer Minute innerhalb der ersten Sekunde die gleiche Menge Rohrzucker, nämlich $C_0 \cdot \frac{k}{60}$ umgesetzt würde wie in der 20., 30. oder 60. Sekunde, und daß diese invertierte Menge in der 61. Sekunde plötzlich auf $C_0 (1-k) \cdot \frac{k}{60}$ vermindert würde, um dann wieder bis zur 120. Sekunde konstant zu bleiben. Es liegt auf der Hand, daß dem nicht so sein kann, schon aus dem Grunde, weil die Zeiträume von uns beliebig lang gewählt werden können. In Wirklichkeit verläuft die Zuckerinversion, wie eine Reihe anderer Vorgänge, nicht sprungweise, sondern stetig, und wir werden ein um so genaueres Bild von diesem Reaktionsverlaufe erhalten, je kleiner wir die aufeinander folgenden Zeiträume wählen. Nehmen wir z. B. statt der Minute die 60 mal kleinere Sekunde als Zeiteinheit an, so beträgt der in der Sekunde invertierte Bruchteil der Rohrzuckermenge nur $\frac{1}{60}$ k, während die Zahl der Zeiteinheiten um das 60fache gestiegen ist. Entsprechend der oben angestellten Berechnung ist die Konzentration des nach Verlauf von einer Sekunde vorhandenen Rohrzuckers $C = C_0 (1 - \frac{1}{60} k)^{60}$ und diejenige nach Verlauf von ϑ Sekunden $C_\vartheta = C_0 (1 - \frac{1}{60} k)^{60\vartheta}$. Letztere Gleichung paßt sich dem Inversionsvorgange schon viel besser an, als die Gleichung $C_\vartheta = C_0 (1 - k)^\vartheta$. Dieses Verfahren ähnelt demjenigen, nach welchem man einen chemischen Vorgang durch eine Kurve ausdrückt. Je mehr Punkte einer solchen Kurve bestimmt werden, um so wahrheitsgetreuer wird das Bild, welches uns die Kurve darstellt.

Damit wir die zuletzt gewonnene Gleichung algebraisch weiter erörtern können, wollen wir statt des 60. Teiles einer Minute den n-ten Teil einer solchen wählen, sodaß die Gleichung jetzt lautet: $C_\vartheta = C_0 (1 - \frac{1}{n} k)^{n\vartheta}$. Je größer n, je kleiner also die Zeiteinheit wird, welche wir unseren Betrachtungen zugrunde legen, um so genauer

wird unsere Gleichung werden, ja sie wird dem stetigen Fortschreiten des Inversionsvorganges vollkommen entsprechen, wenn $n = \infty$ wird. In diesem Falle nimmt die Gleichung die Form an $C_\vartheta = C_0 (1 - \frac{1}{\infty} k)^{\infty \vartheta}$ oder $\frac{C_\vartheta}{C_0} = (1 - \frac{1}{\infty} k)^{\infty \vartheta}$. Der auf der rechten Seite der Gleichung stehende Ausdruck $(1 - \frac{1}{\infty} k)^{\infty \vartheta}$ ist nach den Lehren der Analysis gleich $e^{-k\vartheta}$, wobei e die Basis der natürlichen Logarithmen und gleich 2,7183 . . ist. Die Gleichung $\frac{C_\vartheta}{C_0} = e^{-k\vartheta}$ können wir für unsere Zwecke noch umformen, indem wir zunächst auf beiden Seiten die reziproken Werte setzen, wodurch wir die Gleichung $\frac{C_0}{C_\vartheta} = e^{k\vartheta}$ erhalten, und nun beiderseits den natürlichen Logarithmus nehmen, sodaß die Gleichung jetzt lautet: $\ln C_0 - \ln C_\vartheta = k\vartheta$. Schließlich wollen wir den natürlichen Logarithmus durch den für die Ausführung der praktischen Rechnung bequemeren dekadischen Logarithmus ersetzen, wobei wir uns erinnern, daß der natürliche Logarithmus einer Zahlengröße gleich deren dekadischem Logarithmus, dividiert durch 0,4343 ist, und erhalten die Gleichung:

$$\frac{\log C_0 - \log C_\vartheta}{0{,}4343} = k\vartheta \text{ oder } \frac{\log C_0 - \log C_\vartheta}{0{,}4343 \cdot \vartheta} = k.$$

Mit Hilfe dieser Gleichung sind wir imstande, k, d. h. die Geschwindigkeitskonstante der Zuckerinversion, experimentell zu bestimmen, da die auf der linken Seite der Gleichung stehenden Größen C_0, C_ϑ und ϑ durch den Versuch ermittelt werden können und in den Spalten 1 und 3 der Tabelle 13 bereits enthalten sind. Im vorliegenden Falle ist C_0, die Anfangskonzentration des Rohrzuckers, gleich 65,45 zu setzen; die folgenden Zahlen in Spalte 3 entsprechen den Werten für C_ϑ, während die zugehörigen Beobachtungszeiten in Spalte 1 enthalten sind. Setzen wir z. B. zur Berechnung der Geschwindigkeitskonstanten während der ersten 15 Minuten die zugehörigen Werte in die Gleichung ein, so erhalten wir:

$$\frac{\log 65{,}45 - \log 62{,}45}{0{,}4343 \cdot 15} = k \text{ oder } k = 0{,}00313.$$

Auf diese Weise sind die in Spalte 5 enthaltenen Werte für k berechnet worden. Da die Geschwindigkeitskonstante unter sonst gleichbleibenden Bedingungen unabhängig von der Zeit der Beobachtung ist, müssen die Werte von k gleich sein, eine Forderung, welche im vorliegenden Falle auch tatsächlich annähernd erfüllt ist. Die Abweichungen sind im wesentlichen darauf zurückzuführen, daß Wilhelmy den Versuch ohne Zuhilfenahme eines Thermostaten in einem Raume ausführte, dessen Temperatur beim Beginne der Beobachtungen 15,5° betrug, sich allmählich ein wenig erhöhte, nach 330 Minuten ihr Maximum bei 18° erreichte und dann bis zum Schlusse des Versuches langsam auf 14,5° sank. Hält man die Temperatur des Reaktionsgemisches konstant und benutzt man einen guten Polarisationsapparat, so weichen die Werte für k, wie die Erfahrung gelehrt hat, und wie wir auch später an eigenen Versuchen sehen werden, nur unbedeutend von einander ab.

Dieser Versuch bestätigt die Richtigkeit der Annahme, welche wir zu Beginn dieser Betrachtungen machten, daß die Reaktionsgeschwindigkeit bei der Zuckerinversion

stets der jeweils vorhandenen Konzentration des Rohrzuckers proportional ist. Der Versuch lehrt ferner, wenn auch unbeabsichtigt, die Abhängigkeit der Inversionsgeschwindigkeit von der Temperatur. Wie J. E. Trevor [1]) gezeigt hat, braucht z. B. $\frac{1}{100}$-normale Bernsteinsäure bei $+25^{0}$ ungefähr 16000 Minuten, um in einer 20prozentigen Zuckerlösung die Inversion so weit zu fördern, daß die Differenz der Polarisation 1^{0} beträgt, während bei $+100^{0}$ hierzu nur ca. 4 Minuten erforderlich sind. Die Inversion geht demnach bei $+100^{0}$ ungefähr 4000 mal schneller vor sich als bei $+25^{0}$. Diese außerordentliche Zunahme der Inversionsgeschwindigkeit bei steigender Temperatur ermöglicht es, die Inversionsgeschwindigkeit auch in sehr schwach sauer reagierenden Flüssigkeiten zu bestimmen, und auch wir werden später ausgiebigen Gebrauch von dieser Eigenschaft machen.

Die bei der Inversion des Rohrzuckers durch Säuren beobachteten Gesetzmäßigkeiten geben uns ein wertvolles Hilfsmittel an die Hand, die Wasserstoffionen-Konzentration einer sauren Lösung zu ermitteln. Es hat sich gezeigt, daß die Inversionskonstante von der Konzentration der Wasserstoffionen in der Lösung abhängt, und zwar kann die Inversionskonstante k der Konzentration der invertierenden Wasserstoffionen unter den hier in Betracht kommenden Versuchsbedingungen direkt als proportional angenommen werden. Daher genügt es, diese Konstante für eine bestimmte Wasserstoffionen-Konzentration bei einer bestimmten Temperatur zu ermitteln und mit der unter den gleichen Versuchsbedingungen bestimmten Inversionskonstante der zu prüfenden Lösung zu vergleichen. Wir verfuhren aus Gründen, die später näher erörtert werden sollen, in der Weise, daß wir bei $+76{,}0^{0}$ die Inversionsgeschwindigkeit einer $\frac{1}{499{,}5}$-normalen oder 499,5-litrigen Salzsäure, welche so viel Äthylalkohol enthielt, als dem Alkoholgehalt des Weines entspricht, ermittelten. Da wir die Salzsäure bei dieser Verdünnung auf Grund ihrer elektrischen Leitfähigkeit, wovon später noch die Rede sein wird, zu 99 Prozent dissoziiert annehmen können, so kommt die beobachtete Inversionskonstante einer Lösung zu, welche in bezug auf die Wasserstoffionen ca. 0,00198-normal oder $\frac{1}{0{,}00198}$-litrig ist oder in 1 Liter 1,98 Millimol Wasserstoffionen enthält. Mit Hilfe dieser Konstanten konnten wir nun die Wasserstoffionen-Konzentration einer anderen Flüssigkeit berechnen, wie an folgendem Beispiel erläutert werden soll.

Für die Inversionskonstante jener 499,5-litrigen Salzsäurelösung wurde bei $+76{,}0^{0}$ der Mittelwert 0,00747 gefunden. Da die Konzentration der Wasserstoffionen zu 1,98 Millimol in 1 Liter Lösung angenommen werden kann, so muß die Inversionskonstante einer Lösung, welche 1 Millimol Wasserstoffionen in 1 Liter enthält, bei $+76{,}0^{0} = \frac{0{,}00747}{1{,}98} = 0{,}00377$ sein. Um den Wasserstoffionen-Gehalt einer anderen Lösung in Millimol pro Liter zu ermitteln, brauchen wir also nur deren Inversions-

[1]) Zeitschrift für physikal. Chemie **10**, 337 (1892).

konstante durch 0,00377 zu dividieren. So wurde z. B. für die Inversionskonstante eines Geisenheimer Weines (Jahrgang 1902) bei $+ 76,0^0$ der Wert 0,00476 gefunden, seine Wasserstoffionen-Konzentration betrug demnach in 1 Liter $\frac{0,00476}{0,00377} = 1,26$ Millimol. Der Säuregrad dieses Geisenheimer Weines war also derselbe, wie der einer 1,26 tausendstel-normalen Salzsäure.

Die Methode der Zuckerinversion bietet ähnlich wie die Methode der elektrischen Leitfähigkeit den Vorteil, daß bei ihrer Anwendung die chemische Zusammensetzung der zu untersuchenden Flüssigkeit keinerlei meßbare Veränderung erleidet. Sie hat vor der Leitfähigkeitsbestimmung den großen Vorzug, daß sie auch dann noch die Bestimmung der Konzentration der Wasserstoffionen ermöglicht, wenn Gemische von Säuren, oder auch Gemische von Säuren, Salzen und anderen Stoffen vorliegen, wie dies z. B. beim Weine der Fall ist. Obwohl man die Methode der Aciditätsbestimmung mittelst der Zuckerinversion in den chemischen Laboratorien bei theoretischen Untersuchungen schon seit einer Reihe von Jahren mit gutem Erfolge benutzt hat, ist sie zu Untersuchungen auf dem Gebiete der angewandten Chemie verhältnismäßig wenig herangezogen worden. In der Weinchemie ist sie von Gaëtano Magnanini[1]) zur Lösung der Frage verwendet worden, ob man in gegipsten Weinen die Entstehung von neutralem oder saurem schwefelsaurem Kalium annehmen soll.

6. **Die Methode der Katalyse von Estern zur Bestimmung des Säuregrades (der Wasserstoffionen-Konzentration) von Lösungen.** Ein weiteres Hilfsmittel zur Bestimmung der Wasserstoffionen-Konzentration gewährt uns die sogenannte Katalyse von Estern, insbesondere des Methylacetats und Äthylacetats, welcher folgender Vorgang zugrunde liegt. Löst man Methylacetat $CH_3 \cdot COO \cdot CH_3$ in Wasser auf, so findet ganz allmählich eine Zersetzung oder Verseifung des Esters statt nach der Gleichung:

$$CH_3 \cdot COO \cdot CH_3 + H_2O = CH_3 . COOH + CH_3OH,$$

d. h. das Methylacetat nimmt die Elemente des Wassers auf und zerfällt dabei bis auf einen gewissen Bruchteil, der von der Temperatur und von der Konzentration der Lösung abhängig ist, in Essigsäure und Methylalkohol. Dieser Vorgang ähnelt bis zu einem gewissen Grade demjenigen der Inversion des Rohrzuckers. Auch im vorliegenden Falle wird der Vorgang durch Hinzufügen von Säure je nach deren Menge und Stärke mehr oder weniger stark beschleunigt: die Wasserstoffionen wirken katalytisch auf die Zersetzung des Methylacetats ein. Von diesem beschleunigenden Einfluß kann man sich auf Grund folgender Angaben ein Bild machen. Läßt man ein Methylacetat-Wassergemisch bei Zimmertemperatur stehen, so beträgt die Menge des verseiften Esters erst nach 2—3 Tagen etwa 1 % der vorhandenen Estermenge, während nach Zusatz einer starken Säure, wie Salzsäure oder Salpetersäure, schon nach 24 Stunden fast die ganze verseifbare Estermenge zerfallen ist. Nach Zusatz der viel schwächeren Weinsäure bedarf es mehrerer Wochen, um denselben Gleich-

[1]) Bericht des V. Internationalen Kongresses für angewandte Chemie zu Berlin 1903. Band 4, Seite 661. Vergl. auch Zeitschrift für Elektrochemie 9, 751 (1903).



gewichtszustand zu erreichen. W. Ostwald[1]) hat diese Methylacetatkatalyse eingehend untersucht und fand, daß der Reaktionsverlauf denselben Gesetzmäßigkeiten unterworfen ist, welche wir bei der Rohrzuckerinversion kennen gelernt haben. Die in einem Zeitabschnitt zersetzte Estermenge ist der Menge des jeweils vorhandenen unzersetzten und verseifbaren Esters proportional. Da bei der Zersetzung des Esters Essigsäure frei wird, so kann der Reaktionsverlauf, der bei der Zuckerinversion mittelst des Polarisationsapparates gemessen wurde, durch Titrieren quantitativ verfolgt werden. Die Versuchsanordnung und die Berechnung der Verseifungskonstanten sollen an der Hand eines von uns angestellten und in der Tabelle 15 verzeichneten Versuches erläutert werden. Über verschiedene technische Einzelheiten wird später eingehend berichtet werden.

Tabelle 15. Katalyse von Essigsäure-Methylester durch 2-litrige = $^1/_2$-normale Salzsäure bei +25°.

100 ccm 2-litrige = $\frac{n}{2}$-Salzsäure wurden mit 4 ccm Essigsäure-Methylester vermischt. Von Zeit zu Zeit wurden 2 ccm des Gemisches entnommen und nach Hinzufügen von 10 ccm destilliertem Wasser mit $\frac{n}{10}$-Barytwasser titriert (Indikator Phenolphtaleïn).

Temperatur des Reaktionsgemisches	Zeit ϑ in Minuten, welche nach dem Hinzufügen des Essigsäure-Methylesters zur Säurelösung verflossen sind	Zur Titration von 2 ccm des Reaktionsgemisches wurden verbraucht ccm $\frac{n}{10}$-Ba $(OH)_2$	Mehrverbrauch an ccm $\frac{n}{10}$-Ba $(OH)_2$ gegenüber der Anfangstitration	Mehrverbrauch an ccm $\frac{n}{10}$-Ba $(OH)_2$ gegenüber der vorhergehenden Entnahme	Der für je 10 Minuten berechnete Mehrverbrauch an ccm $\frac{n}{10}$-Ba $(OH)_2$ gegenüber der vorhergehenden Entnahme	Verseifungskonstante $k = \frac{\log C_0 - \log C_\vartheta}{0{,}4343 \cdot \vartheta}$
1	2	3	4	5	6	7
+25,00°	0	9,78	—	—	—	—
+25,00°	31,5	10,71	0,93	0,93	0,30	0,00 360
+25,00°	67,5	11,56	1,78	0,85	0,24	0,00 340
+24,99°	115,0	12,58	2,80	1,02	0,21	0,00 339
+24,99°	165,0	13,50	3,72	0,92	0,18	0,00 339
+24,99°	228,0	14,46	4,68	0,96	0,15	0,00 340
+24,99°	327,0	15,64	5,86	1,18	0,12	0,00 344
+24,99°	1418,0	18,37	8,59	2,73	0,025	0,00 322
+24,99°	1509,0	18,39	8,61	0,02	0,0022	0,00 319
+24,99°	1627,0	18,40	8,62	0,01	0,00085	0,00 306
+24,99°	1771,0	18,41	8,63	0,01	0,00070	0,00 291
+25,00°	2869,0	18,46	8,68	0,05	0,00046	—
+25,00°	3072,0	18,46	8,68	0,00	—	—
+25,00°	4378,0	18,46	8,68	0,00	—	—

Mittelwert: k = **0,00 340**

Es wurden 100 ccm $\frac{n}{2}$-Salzsäure mit 4 ccm Methylacetat versetzt und von diesem Gemisch sogleich 2 ccm mit Barytwasser titriert. Diese 2 ccm Reaktionsgemisch

[1]) Journal f. prakt. Chemie **28**, 449 (1883). Das Studium dieser lehrreichen Abhandlung ist allen denjenigen, welche sich über diesen Gegenstand näher unterrichten wollen, sehr zu empfehlen.

verbrauchten, dem Gehalte an Salzsäure entsprechend, 9,78 ccm $\frac{n}{10}$-Barytwasser[1]). Das Reaktionsgemisch wurde während der ganzen Versuchsdauer im Thermostaten sorgfältig auf $+ 25,0^0$ gehalten. Nach 31 Minuten 30 Sekunden wurden abermals 2 ccm entnommen, wobei zur Neutralisation 10,71 ccm, also 0,93 ccm mehr, $\frac{n}{10}$-Barytwasser verbraucht wurden. Dieser Mehrverbrauch an Alkali wird durch die bei der Verseifung des Methylacetats frei werdende Essigsäure bedingt. Nach den in Spalte 2 verzeichneten Zeiträumen wurden wieder je 2 ccm Reaktionsgemisch titriert und zu deren Neutralisation die in Spalte 3 aufgeführten Alkalimengen verbraucht. Der Mehrverbrauch an Alkali gegenüber der Anfangstitration ist in Spalte 4 enthalten, während in Spalte 5 derjenige gegenüber der vorhergehenden Titration verzeichnet ist. In Spalte 6 ist dieser Mehrverbrauch für je 10 Minuten Reaktionszeit berechnet worden. Wie man aus den Zahlen in Spalte 4 ersieht, findet bis zur Zeit 1418 Minuten eine relativ erhebliche Steigerung des Verbrauches statt, später ist die Steigerung trotz der großen Pausen nur noch unbedeutend. Dies deutet an, daß das Gleichgewicht zwischen Methylacetat, Essigsäure, Methylalkohol und Wasser nahezu erreicht ist. Nach Verlauf von 2869 Minuten ist dieses Gleichgewicht praktisch vollkommen erreicht, denn bei den späteren Titrationen läßt sich infolge der begrenzten analytischen Genauigkeit ein Unterschied im Verbrauch von Barytwasser nicht mehr feststellen. Die Menge der insgesamt bei der Verseifung frei gewordenen Essigsäure entspricht demnach 18,46 — 9,78 = 8,68 ccm $\frac{n}{10}$-Barytwasser. Die Abnahme der in Spalte 6 enthaltenen Zahlen, welche den Mehrverbrauch an Barytwasser für je 10 Minuten Reaktionszeit darstellen, zeigt uns ferner, daß hier tatsächlich ein ganz ähnlicher Vorgang vorliegt, wie bei der Inversion des Rohrzuckers. Unter der Voraussetzung, daß die Reaktionsgeschwindigkeit bei der Esterverseifung in jedem Augenblicke der Menge des noch verseifbaren Esters proportional ist, muß entsprechend der stetigen Verminderung dieses zersetzbaren Esters die absolute Menge des innerhalb eines gewissen Zeitraumes verseiften Esters und damit auch die der frei werdenden Essigsäure immer kleiner werden.

Schließlich können wir auch mit Hilfe der vorliegenden Zahlen analog der Zuckerinversionskonstanten eine Verseifungskonstante berechnen. Wir bedienen uns hierzu derselben Gleichung wie dort: $k = \frac{\log C_0 - \log C_\vartheta}{0,4343 \cdot \vartheta}$. Unter C_0 haben wir hier die Anfangskonzentration des verseifbaren Esters zu verstehen, welche 8,68 betrug. Dabei ist es gleichgültig, in welchem Maße wir die Konzentration ausdrücken, erforderlich ist nur, daß immer die gleiche Maßeinheit benutzt wird. Wie schon oben angedeutet wurde, ist es üblich geworden, die Konzentration des Esters in ccm des zur Titration

[1]) Daß hierbei nicht 10,00 ccm $\frac{n}{10}$-Barytwasser, sondern 0,22 ccm weniger verbraucht wurden, liegt daran, daß durch das Hinzufügen von Methylacetat das Volum der Salzsäure etwas vermehrt wurde.



der äquivalenten Menge Essigsäure erforderlichen $\frac{n}{10}$-Barytwassers auszudrücken. Die Werte für C_{ϑ}, d. h. die nach Ablauf der einzelnen Beobachtungszeiten vorhandene Konzentration des noch verseifbaren Esters, ergeben sich aus Spalte 3 durch Abziehen der zur jeweiligen Neutralisation erforderlichen Alkalimenge von der Endtitration. Die auf diese Weise berechneten Verseifungskonstanten finden sich in Spalte 7. Soweit sie innerhalb des eingezeichneten Rechteckes liegen, stimmen sie gut miteinander überein und bestätigen die von W. Ostwald gefundene Gesetzmäßigkeit des Verseifungsverlaufes. Es kann befremdlich erscheinen, daß die für 31,5 und 1418 Minuten, sowie die für die späteren Beobachtungen berechneten Verseifungskonstanten von dem berechneten Mittelwert $k = 0{,}00340$ so erheblich abweichen. Diese Abweichungen beruhen auf unvermeidlichen Versuchsfehlern, welche besonders zu Beginn und gegen Ende der Versuchsreihe einen großen Einfluß auf die Konstante ausüben. Da das Abmessen und Titrieren des Reaktionsgemisches immer eine gewisse Zeit beanspruchen, während welcher die Katalyse des Esters unter abweichenden und unkontrollierbaren Bedingungen weiter fortschreitet, so wird dieser Versuchsfehler um so mehr in das Gewicht fallen, je kleiner die gesamte Beobachtungszeit ϑ ist, d. h. zu Beginn der Versuchsreihe. Man tut demnach gut, die anfänglichen Beobachtungszeiten nicht zu kurz zu wählen oder die zugehörigen Konstanten nicht zur Berechnung des Mittelwertes heranzuziehen. Gegen Ende des Reaktionsverlaufes werden die Unterschiede der bei den einzelnen Titrationen verbrauchten Alkalimengen immer kleiner, so daß der unvermeidliche Versuchsfehler beim Titrieren einen mehr und mehr wachsenden Bruchteil von dem jeweiligen Mehrverbrauch an Alkali ausmacht. Die Folge davon ist, daß die Konstante gegen Ende des Reaktionsverlaufes immer fehlerhafter wird und daß auch diese Werte zur Berechnung des Mittelwertes nicht herangezogen werden dürfen.

Unter Berücksichtigung dieser Verhältnisse und bei sorgfältiger Einhaltung der Versuchsbedingungen sind die Ergebnisse, welche nach der Methode der Methylacetatkatalyse erhalten werden, sehr befriedigend. Ihre Anwendung ist allerdings an gewisse Bedingungen gebunden, die hier kurz erörtert werden sollen. Wie wir oben gesehen haben, entstehen bei der Verseifung des Methylacetats Essigsäure und Methylalkohol, und diese beiden Stoffe sind es, welche der Verwendbarkeit der Methode hinderlich sein können. Reagiert nämlich die zu untersuchende Flüssigkeit nur schwach sauer, so wird durch das Hinzutreten der Essigsäure die Konzentration der Wasserstoffionen in der Lösung nicht unwesentlich erhöht und die Verseifungskonstante sehr merklich beeinflußt. So lange die Flüssigkeit nur eine oder wenige bekannte Säuren enthält, läßt sich wohl eine Korrektion anbringen; wenn aber ein unbekanntes Gemisch verschiedener Säuren und ihrer Salze vorliegt, läßt sich von vornherein nicht sagen, ob die Methode anwendbar ist, sondern man ist auf den empirischen Weg angewiesen und muß durch den Versuch feststellen, ob man eine brauchbare Verseifungskonstante erhält. Enthält die zu untersuchende Flüssigkeit Methyl- oder Äthylalkohol, so kann das Verseifungsgleichgewicht beträchtlich verschoben und die Verseifungskonstante beeinflußt werden. Auch hier muß der Versuch entscheiden. Versuche,

welche wir mit dem schon oben erwähnten, ziemlich sauren Geisenheimer Wein anstellten, führten zu befriedigenden Ergebnissen und gaben uns ein sehr wertvolles Hilfsmittel an die Hand, die nach der Zuckerinversionsmethode ausgeführten Säuregradsbestimmungen nachzuprüfen. Über diese Versuche wird im nächsten Abschnitt ausführlich berichtet werden. In gleicher Weise wie bei der Zuckerinversionsmethode ist es zur Zeit noch nicht möglich, aus den Verseifungskonstanten direkt die Konzentration der Wasserstoffionen zu berechnen. Auch hier muß in der Weise verfahren werden, daß man die Verseifungskonstante einer Vergleichsflüssigkeit von bekanntem Wasserstoffionengehalt unter denselben Versuchsbedingungen bestimmt und hierauf die Rechnung in analoger Weise ausführt, wie wir dies bei der Zuckerinversionsmethode an einem Beispiel gezeigt haben. Schließlich sei erwähnt, daß man an Stelle des Methylacetats auch Äthylacetat verwenden kann. Abgesehen davon, daß als Reaktionsprodukt in diesem Falle Äthylalkohol auftritt, bietet dieser Stoff den Vorteil, daß er einen höheren Siedepunkt hat und infolgedessen nicht so leicht verdunstet, wenn man bei schwach sauer reagierenden Flüssigkeiten gezwungen ist, die Verseifung bei höheren Temperaturen vorzunehmen. Wir haben mit beiden Estern gearbeitet und gute Ergebnisse erzielt.

II. Neue Methoden zur Bestimmung des Säuregrades (der Wasserstoffionen-Konzentration) des Weines.

A. Bestimmung des Säuregrades des Weines mit Hilfe der Zuckerinversion.

7. Der Einfluß der im Wein natürlich vorkommenden fermentartigen invertierenden Stoffe auf die Inversion des Rohrzuckers. Bevor wir zur Bestimmung des Säuregrades des Weines mittelst der Zuckerinversionsmethode schreiten konnten, war es zunächst erforderlich, festzustellen, ob in den zur Untersuchung vorliegenden Naturweinen außer den Säuren noch andere invertierende Stoffe vorhanden waren, und gegebenenfalls den Einfluß dieser störenden Stoffe in einer die weitere Untersuchung des Weines nicht hemmenden Weise zu beseitigen. Es sei gleich im voraus bemerkt, daß ein großer Teil der Versuche mit demselben Wein angestellt wurde, um die nach den verschiedenen Methoden gewonnenen Ergebnisse vergleichen zu können. Zu diesem Zwecke verschafften wir uns eine größere Menge reinen Naturweins aus der Königlichen Lehranstalt für Wein-, Obst- und Gartenbau in Geisenheim a. Rhein, für dessen Überlassung wir Herrn Professor Dr. Wortmann auch an dieser Stelle unseren ergebensten Dank aussprechen. Der Wein war auf den Versuchsweinbergen der dortigen Anstalt gewachsen und auch daselbst gekeltert worden. Er war als 1902 er Wein bezeichnet, unter welcher Bezeichnung er auch in dieser und den folgenden Abhandlungen aufgeführt werden soll. Wir wählten für diese Versuche absichtlich einen Wein von hohem Säuregehalt. Die Ergebnisse der nach der amtlichen Anweisung ausgeführten Analyse sind in Tabelle 16 enthalten. Der Wein war klar, hatte eine hellgelbe Farbe und stark sauren Geschmack. Um eine Veränderung des Weines im Faß auszuschließen, wurde er auf Flaschen gefüllt.

Tabelle 16. Ergebnisse der chemischen Untersuchung des für Vergleichsversuche benutzten Geisenheimer Weins (Jahrgang 1902).

Spezifisches Gewicht	1,0019	
Alkohol	6,08 g	in 100 ccm Wein = 7,66 Vol. Prozent
Extrakt	3,0083 „	in 100 ccm Wein
Mineralbestandteile	0,1920 „	in 100 ccm Wein
Gesamtsäure (als Weinsäure berechnet)	1,2350 „	in 100 ccm Wein
Flüchtige Säuren (als Essigsäure berechnet)	0,0641 „	in 100 ccm Wein
Nicht flüchtige Säuren	1,1550 „	in 100 ccm Wein
Gesamtweinsäure	0,4376 „	in 100 ccm Wein
Weinsäure, freie	0,2148 „	in 100 ccm Wein
„ an Alkalien gebunden	0,0405 „	in 100 ccm Wein
„ an alkalische Erden gebunden	0,1825 „	in 100 ccm Wein

Sämtliche Inversionsversuche wurden mit reinstem, ungeblautem Hutzucker[1]) ausgeführt, von dem wir uns einen größeren Vorrat besorgten. Derselbe hatte einen Aschengehalt von 0,0108 % oder 100 g Zucker hinterließen 0,0108 g Asche.

Nachdem ein Vorversuch gezeigt hatte, daß in dem Geisenheimer Wein (1902) fermentartige Stoffe vorhanden waren, die den zugesetzten Rohrzucker schon bei + 25° stark invertierten und die im wesentlichen wohl auf die Hefegärung zurückgeführt werden müssen, stellten wir folgenden in Tabelle 17 verzeichneten Versuch an, welcher über das Maß der invertierenden Wirkung Auskunft gibt.

Tabelle 17. Inversionsgeschwindigkeit der im Geisenheimer Wein (1902) enthaltenen invertierenden Stoffe bei + 25°.

10 g Zucker wurden in Geisenheimer Wein gelöst und auf 100 ccm mit demselben Wein aufgefüllt. Diese Lösung wurde in ein Polarisationsrohr von 2 dm Länge gefüllt und im Thermostaten bei + 25° aufbewahrt.

Datum	Tageszeit[2])	Zeitdauer in Minuten	Temperatur °C.	Ablenkungswinkel (Grade der Zuckerskala)	Abnahme der Polarisation in Graden der Zuckerskala
1	2	3	4	5	6
19. 11. 03	1[25] N.	0	+ 25,02°	+ 36,2[3])	0
19. 11. 03	2[03] „	38	+ 25,02°	+ 32,8	— 3,4
19. 11. 03	2[41] „	76	+ 25,02°	+ 28,7	— 4,1
19. 11. 03	3[12] „	107	+ 25,03°	+ 26,7	— 2,0
19. 11. 03	3[53] „	148	+ 25,03°	+ 23,1	— 3,6
20. 11. 03	9[37] V.	1212	+ 24,46°	— 7,9	— 31,0

[1]) Vergl. J. E. Trevor, Zeitschrift für physikal. Chemie **10**, 325 (1892) und W. Palmaer, ebenda **22**, 494 (1897).

[2]) In dieser, wie in den folgenden Tabellen sind die Stunden vor 12 Uhr mittags mit V., nach 12 Uhr mittags mit N. bezeichnet.

[3]) Die Lösung befand sich bei der ersten Beobachtung bereits 15 Minuten im Thermostaten bei + 25°.

Die ersten vier Ablesungen wurden in ungefähr gleichen Zeiträumen vorgenommen. Der Versuch lehrt, daß die Inversionsgeschwindigkeit bei + 25° ziemlich erheblich ist und keine besondere Gesetzmäßigkeit ihres Verlaufes erkennen läßt. Wie die Erfahrung gelehrt hat, kann man die invertierende Wirkung der Fermente aufheben, wenn man sie einige Zeit auf eine höhere Temperatur erhitzt [1]).

Nachstehend seien einige Versuche beschrieben, welche wir mit einem aus Bierhefe dargestellten Invertin ausführten. Das Präparat verdanken wir der Güte des Herrn Professors Dr. G. von Hüfner in Tübingen. Die Versuche wurden in der Weise ausgeführt, daß die betreffende Invertinlösung einmal 30 Minuten lang in das siedende Wasserbad gestellt und nach dem Erkalten der Rohrzuckerlösung zugesetzt wurde, das andere Mal fand keine Erhitzung der Invertinlösung statt. Diese Versuche finden sich in den Tabellen 18 und 19.

Tabelle 18. Inversionsgeschwindigkeit von Rohrzucker in wässeriger Lösung bei + 25° durch Bierhefe-Invertin vor und nach dem Erhitzen bis nahe zum Sieden.

0,1 g Invertin wurde in 1 Liter Wasser gelöst und ein Teil dieser Lösung 30 Minuten im Erlenmeyerkolben im siedenden Wasserbade erhitzt. Je 25 ccm der erhitzten und der nicht erhitzten Invertinlösung wurden mit 25 ccm einer wässerigen Rohrzuckerlösung vermischt und das Gemisch bei + 25° im Thermostaten gehalten. Die Ablesungen wurden im 2 dm-Rohr vorgenommen.

I. Versuch mit erhitzter Invertinlösung					II. Versuch mit nicht erhitzter Invertinlösung				
Datum	Tageszeit	Zeitdauer in Min.	Ablenkungswinkel. Grade der Zuckerskala	Abnahme der Polarisation in Graden der Zuckerskala	Datum	Tageszeit	Zeitdauer in Min.	Ablenkungswinkel. Grade der Zuckerskala	Abnahme der Polarisation in Graden der Zuckerskala
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
30. 11. 03	10^{30} V.	0	+ 29,5	—	30. 11. 03	10^{32} V.	0	+ 29,5	0
30. 11. 03	11^{40} „	70	+ 29,5	0	30. 11. 03	11^{42} „	70	+ 29,2	— 0,3
30. 11. 03	12^{50} N.	140	+ 29,5	0	30. 11. 03	12^{52} N.	140	+ 28,8	— 0,4
30. 11. 03	2^{50} „	260	+ 29,5	0	30. 11. 03	2^{42} „	250	+ 28,1	— 0,7
1. 12. 03	10^{40} V.	1450	+ 29,5	0	1. 12. 03	10^{42} V.	1450	+ 22,0	— 6,1

Bei den Versuchen in Tabelle 18 kam eine 0,01 prozentige, bei denjenigen in Tabelle 19 eine 0,1 prozentige Invertinlösung zur Anwendung. Die Versuche lehren, daß tatsächlich ein halbstündiges Erhitzen der Invertinlösung im Wasserbade genügt, um ihre invertierenden Eigenschaften aufzuheben.

[1]) Adolf Mayer, Die Lehre von den chemischen Fermenten oder Enzymologie. Heidelberg, Karl Winter, 1882, Seite 20 ff.



Tabelle 19. Inversionsgeschwindigkeit von Rohrzucker in wässeriger Lösung bei + 25° durch Bierhefe-Invertin vor und nach dem Erhitzen bis nahe zum Sieden.

0,1 g Invertin wurde in 100 ccm Wasser gelöst und ein Teil dieser Lösung 30 Minuten im Erlenmeyerkolben im siedenden Wasserbade erhitzt. Je 25 ccm der erhitzten und der nicht erhitzten Invertinlösung wurden mit 25 ccm einer wässerigen Rohrzuckerlösung vermischt und das Gemisch bei + 25° im Thermostaten gehalten. Die Ablesungen wurden im 2 dm-Rohr vorgenommen.

I. Versuch mit erhitzter Invertinlösung					II. Versuch mit nicht erhitzter Invertinlösung.				
Datum	Tageszeit	Zeitdauer in Min.	Ablenkungswinkel. Grade der Zuckerskala	Abnahme der Polarisation in Graden der Zuckerskala	Datum	Tageszeit	Zeitdauer in Min.	Ablenkungswinkel. Grade der Zuckerskala	Abnahme der Polarisation in Graden der Zuckerskala
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1. 12. 03	1^{15} N.	0	+ 29,5	—	1. 12. 03	12^{45} N.	0	+ 29,5	0
1. 12. 03	2^{15} „	60	+ 29,5	0	1. 12. 03	1^{45} „	60	+ 26,8	— 2,7
1. 12. 03	3^{15} „	120	+ 29,5	0	1. 12. 03	2^{45} „	120	+ 24,0	— 2,8
2. 12. 03	11^{00} V.	1305	+ 29,5	0	1. 12. 03	3^{25} „	160	+ 21,7	— 2,3
					2. 12. 03	10^{50} V.	1325	— 5,7	— 27,4
					3. 12. 03	9^{40} „	2695	— 8,8	— 3,1
					4. 12. 03	1^{30} N.	4365	— 9,0	— 0,2
					5. 12. 03	11^{05} V.	5660	— 9,0	0
					6. 12. 03	9^{37} „	7012	— 9,0	0

Hierauf gingen wir dazu über, die Widerstandsfähigkeit der im Wein enthaltenen invertierenden Stoffe gegen das Erhitzen auf höhere Temperaturen zu prüfen. Zu diesem Zwecke wurde der Geisenheimer Wein (1902) im Erlenmeyerschen Kölbchen bis nahe zum Sieden erhitzt und dann mit Rohrzucker versetzt. Diese Versuche sind in Tabelle 20 enthalten.

Tabelle 20. Inversionsgeschwindigkeit des nahe zum Sieden erhitzten Geisenheimer Weines (1902) bei + 25°.

(Die Inversionsgeschwindigkeit des nicht erhitzten Weines findet sich in Tabelle 17.) Der Wein wurde im Erlenmeyerschen Kölbchen bis nahe zum Sieden erhitzt. Nach dem Erkalten wurden 10 g Rohrzucker im Wein gelöst und die Lösung durch Zusatz des gleichen Weines auf 100 ccm gebracht. Die Lösung wurde in ein Polarisationsrohr von 2 dm Länge gefüllt und im Thermostaten bei + 25° aufbewahrt.

Datum	Tageszeit	Zeitdauer in Minuten seit Beginn des Versuchs	Temperatur °C.	Ablenkungswinkel. Grade der Zuckerskala	Abnahme der Polarisation in Graden der Zuckerskala
1	2	3	4	5	6
20. 11. 03	12^{06} N.	0	+ 19,5 °	+ 39,1	—
20. 11. 03	12^{50} „	44	+ 25,01 °	+ 39,1	0
20 11. 03	1^{40} „	94	+ 25,01 °	+ 39,1	0
20. 11. 03	2^{40} „	154	+ 25,01 °	+ 39,1	0
21. 11. 03	9^{35} V.	1289	+ 25,01 °	+ 38,5	— 0,6
23. 11. 03	9^{35} „	4169	+ 24,96 °	+ 37,3	— 1,2
24. 11. 03	10^{05} „	5639	+ 24,95 °	+ 36,3	— 1,0
26. 11. 03	10^{05} „	7079	+ 25,00 °	+ 35,1	— 1,2

Ein Vergleich der in Spalte 6 enthaltenen Zahlen mit denjenigen in Tabelle 17 lehrt, daß die Abnahme der Polarisation bei dem zum Sieden erhitzten Weine außerordentlich viel langsamer vor sich geht als bei dem nicht erhitzten Weine. Bis zu einer Versuchsdauer von 154 Minuten findet im ersteren Falle keine meßbare Abnahme der Polarisation statt, und erst nach einem weiteren Verlaufe von 19 Stunden ist eine Abnahme von 0,6° zu beobachten, die im Laufe der Zeit stetig fortschreitet. Die Abweichung von dem Verhalten der mit erhitzter Invertinlösung versetzten rein wässerigen Zuckerlösung, die nach 24-stündigem Stehen keine meßbare Abnahme der Polarisation zeigte, ist darauf zurückzuführen, daß die im Weine enthaltene Säure auch nach dem Erhitzen ihre invertierende Wirkung ausübt. Wie später gezeigt werden wird, ist die Reaktionsgeschwindigkeit dieser Zuckerinversion der jeweils vorhandenen Konzentration des Rohrzuckers proportional, entspricht also ganz dem gesetzmäßigen Verlauf, welchen wir im theoretischen Teile dieser Abhandlung als Eigentümlichkeit der Inversion des Rohrzuckers durch Säuren kennen gelernt haben. In der Erhitzung des Weines bis nahe zum Sieden haben wir demnach ein Hilfsmittel, die störende Einwirkung der natürlich vorkommenden, fermentartigen invertierenden Stoffe zu beseitigen. Leider macht sich die bei dieser hohen Temperatur eintretende Dunkelfärbung des Weißweines bei der Polarisation störend bemerkbar, so daß es wünschenswert erschien, zu untersuchen, ob eine weniger starke Erhitzung den gewünschten Zweck ebenfalls erreichen ließ. Wie wir im nächsten Abschnitt sehen werden, bot die Wahl der Temperatur + 76° gewisse Vorzüge, weil sich ein Thermostat von dieser Temperatur im Laboratorium sehr bequem handhaben läßt und die Farbe der Weine auch nach längerem Erhitzen auf + 76° nicht störend verändert wird. Nachdem

Tabelle 21. Inversionsgeschwindigkeit von Rohrzucker in wässeriger Lösung bei + 25° durch Bierhefe-Invertin vor und nach dem Erhitzen auf + 76°.

0,25 g Invertin wurden in 250 ccm Wasser gelöst und ein Teil dieser Lösung 30 Minuten im Thermostaten von + 76° erhitzt. Je 25 ccm der erhitzten und der nicht erhitzten Invertinlösung wurden mit der gleichen Menge einer wässerigen 20%igen Rohrzuckerlösung vermischt und diese Gemische bei + 25° im Thermostaten gehalten. Die Ablesungen wurden im 1 dm-Rohr vorgenommen.

I. Versuch mit erhitzter Invertinlösung			II. Versuch mit nicht erhitzter Invertinlösung		
Zeitdauer in Minuten	Ablenkungswinkel. Grade der Kreisteilung	Gesamt-Abnahme der Polarisation in Graden der Kreisteilung	Zeitdauer in Minuten	Ablenkungswinkel. Grade der Kreisteilung	Gesamt-Abnahme der Polarisation in Graden der Kreisteilung
1	2	3	1	2	3
0	+ 6,65	—	0	+ 6,65	—
202	+ 6,63	0,02	202	+ 5,55	1,10
268	+ 6,64	0,01	268	+ 5,14	1,51
360	+ 6,64	0,01	360	+ 4,63	2,02
1430	+ 6,64	0,01	1430	+ 0,09	6,56
1530	+ 6,64	0,01	1530	— 0,09	6,74

ein in Tabelle 21 beschriebener Versuch mit wässeriger Invertinlösung, bei welchem das Inversionsgemisch 30 Minuten lang in dem auf + 76° erhitzten Thermostaten gestanden hatte, günstig ausgefallen war, gingen wir zum Versuch mit Wein über und fanden, daß ein 30 Minuten langes Erhitzen des Weines auf diese Temperatur den gewünschten Erfolg hat. Bei einer großen Anzahl von so behandelten Weinen, unter denen sich auch viele Jungweine befanden, konnten wir feststellen, daß die geringe Inversionsgeschwindigkeit den für die Anwesenheit von Säuren charakteristischen Verlauf zeigte, was wahrscheinlich nicht der Fall gewesen wäre, wenn noch andere invertierende Stoffe vorhanden gewesen wären. Allerdings soll schon an dieser Stelle darauf hingewiesen werden, daß wir zahlreiche Moste kennen gelernt haben, deren fermentartige invertierende Bestandteile eine selbst stundenlange Erhitzung auf + 76° vertrugen, ohne ihre invertierende Eigenschaft zu verlieren; bei diesen Mosten mußte die Erhitzungstemperatur bedeutend gesteigert werden.

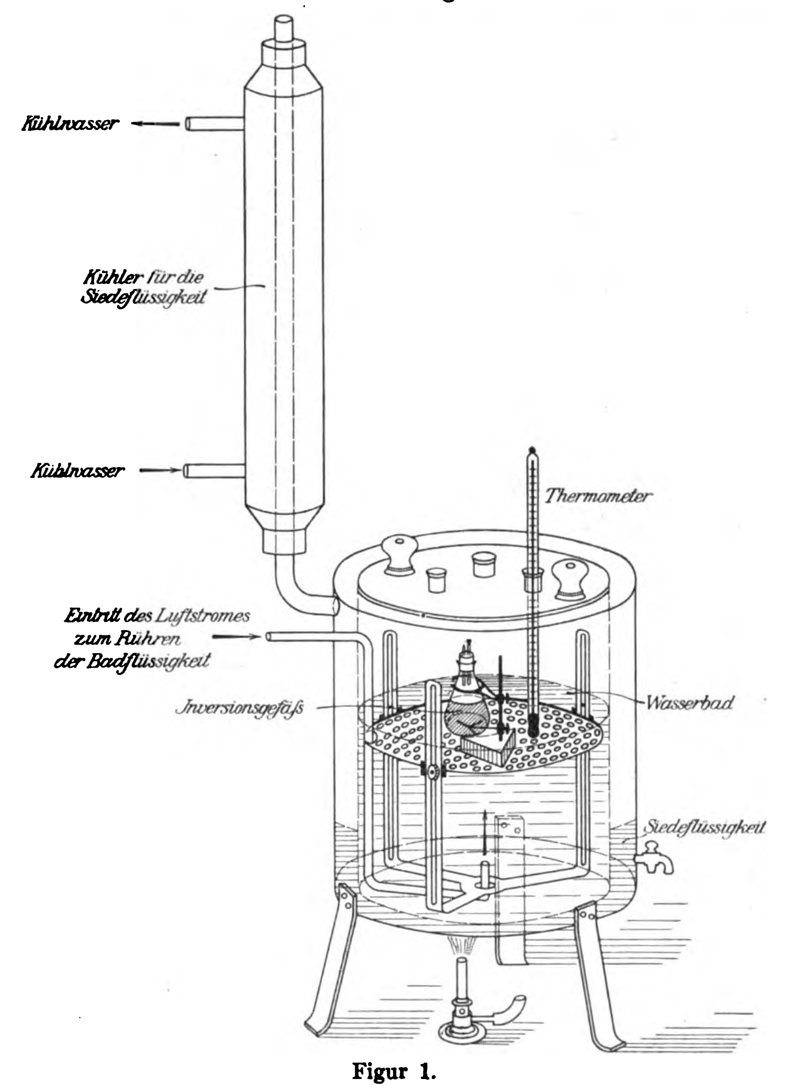
8. Beschreibung der Thermostaten. Wie bei den theoretischen Betrachtungen auseinander gesetzt wurde, ist die Inversionsgeschwindigkeit im hohen Grade von der Temperatur abhängig; deshalb muß auf die Innehaltung einer gleichbleibenden Temperatur während des Reaktionsverlaufs die größte Sorgfalt verwendet werden. Wir benutzten für unsere Zwecke den in Figur 1 abgebildeten Apparat[1]). Er besteht aus einem doppelwandigen, zylindrischen kupfernen Gefäß, dessen Außendurchmesser 40 cm und dessen äußere Höhe 40 cm beträgt. Der innere zylindrische Raum hat einen Durchmesser von 30 cm und eine Höhe von 35 cm. In dem Zwischenraum zwischen dem äußeren und inneren Gefäß befindet sich eine Flüssigkeit, deren Siedepunkt je nach der Höhe der konstant zu erhaltenden Temperatur gewählt wird. Damit die Flüssigkeit bequem erhitzt werden kann, ist das Gefäß auf einen eisernen Dreifuß von 25 cm Höhe gestellt. Der Dampf der siedenden Flüssigkeit wird in einem geräumigen kupfernen Kühler verdichtet. Das Innenrohr dieses Kühlers, welches 90 cm lang ist, besitzt einen Durchmesser von 5 cm, der äußere Mantel des Kühlers hat einen Durchmesser von 11 cm und eine Länge von 70 cm. Das Kühlrohr ist oben mit Watte verschlossen. Das innere zylindrische Gefäß des Thermostaten wird ungefähr 28 cm hoch mit Wasser gefüllt. In diesem befindet sich ein verstellbarer Siebboden, um die zur Ausführung der Inversionsversuche dienenden Erlenmeyerschen Kölbchen in beliebiger Höhe im Wasser aufstellen zu können. Damit die Temperatur in allen Schichten des Wassers gleich ist, ist im inneren Gefäß ein Rohr angebracht, welches in der Mitte 2 cm über dem Boden mündet und 3 cm vom oberen Rande des Gefäßes entfernt durch die Wandungen des äußeren und inneren Gefäßes nach außen geführt ist. Ein durch ein Wasserstrahlgebläse hervorgebrachter, mäßig starker Luftstrom hält durch die aufsteigenden Blasen das Wasser in Bewegung

---

[1]) Vergl. Ostwald-Luther, Hand- und Hilfsbuch zur Ausführung physiko-chemischer Messungen. Leipzig, W. Engelmann 1902, Seite 80 ff. Der Apparat wurde in etwas abgeänderter Form gelegentlich der Vorführung eines chemischen Laboratoriums des Kaiserlichen Gesundheitsamtes auf der Weltausstellung in St. Louis 1904 angefertigt. Eine Abbildung desselben findet sich in der Druckschrift: „Das Chemische Laboratorium des Kaiserlichen Gesundheitsamtes auf der Weltausstellung in St. Louis 1904", Verlag von Julius Springer, Berlin, 1904, Seite 25.



und bewirkt den erforderlichen Temperaturausgleich. Das innere Gefäß ist oben mit einem gut schließenden, mit Holzgriffen zum Aufheben versehenen Deckel verschlossen, in welchem sich eine Öffnung von 3 cm und zwei Öffnungen von 2 cm Durchmesser befinden, um ein Thermometer einführen und sonstige Beobachtungen anstellen zu können. Die zur Aufnahme der Versuchsflüssigkeiten dienenden Kölbchen wurden bei

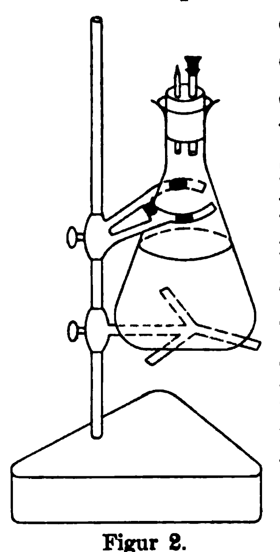


Figur 1.

unseren Versuchen mittels des in Figur 2 (S. 230) abgebildeten Halters im Thermostaten festgehalten. Diese Halter, welche mit einem schweren Bleifuß beschwert sind, haben den Vorteil, daß die Kölbchen im Wasser immer in derselben Lage festgehalten werden, gleichgültig, ob sie viel oder wenig Flüssigkeit enthalten.

Als Heizflüssigkeit benutzten wir technisch reinen Tetrachlorkohlenstoff, welcher zur Zeit zum Preise von ungefähr 1,25 Mark für 1 kg im Handel zu haben ist. Der Tetrachlorkohlenstoff bietet, abgesehen von dem billigen Preise, den Vorteil, daß seine Dämpfe nur schwer entzündlich sind, was für die Feuersicherheit des in der Regel

Tag und Nacht geheizten Apparates nicht zu unterschätzen ist. Außerdem liegt die Siedetemperatur von ungefähr + 76° für den vorliegenden Zweck besonders günstig, da einmal die durch den Säuregrad der Weine bedingte Inversionsgeschwindigkeit bei dieser Temperatur genügend groß ist und andererseits eine störende Dunkelfärbung des Weines vermieden wird. Der oben beschriebene Apparat erfordert zur einmaligen Füllung etwa 1,5 Kilogramm Tetrachlorkohlenstoff, welcher nach Maßgabe des bei längerem Gebrauche unvermeidlichen Verlustes durch Verdampfung von Zeit zu Zeit ergänzt werden muß. Ein einfacher, kräftiger Bunsenbrenner genügt, um den Tetrachlorkohlenstoff beständig im Sieden zu erhalten. Dieser Thermostat besitzt, wie alle auf derselben Grundlage beruhenden Apparate, den Nachteil, daß seine Temperatur von dem jeweiligen Barometerstande abhängig ist und infolgedessen nicht unerheblich schwanken kann. In Tabelle 22 findet sich eine Übersicht über die von uns experimentell festgestellte Abhängigkeit der Temperatur des Wassers im inneren Gefäß vom Barometerstand und der Zimmertemperatur. Zwischen den Barometerständen 732,9 und 766,7 mm schwankt die Temperatur des Wassers um 1,6°. Da schon eine Temperaturschwankung von 0,1° eine Änderung der Inversionskonstanten um etwa 1 % zur Folge hat, könnte es scheinen, als ob der Apparat für den vorliegenden Zweck wenig geeignet wäre. Wie die Erfahrung gelehrt hat, nimmt jedoch



Figur 2.

Tabelle 22. Beziehungen zwischen der Temperatur des Thermostaten, dem Barometerstand und der Zimmertemperatur[1]).

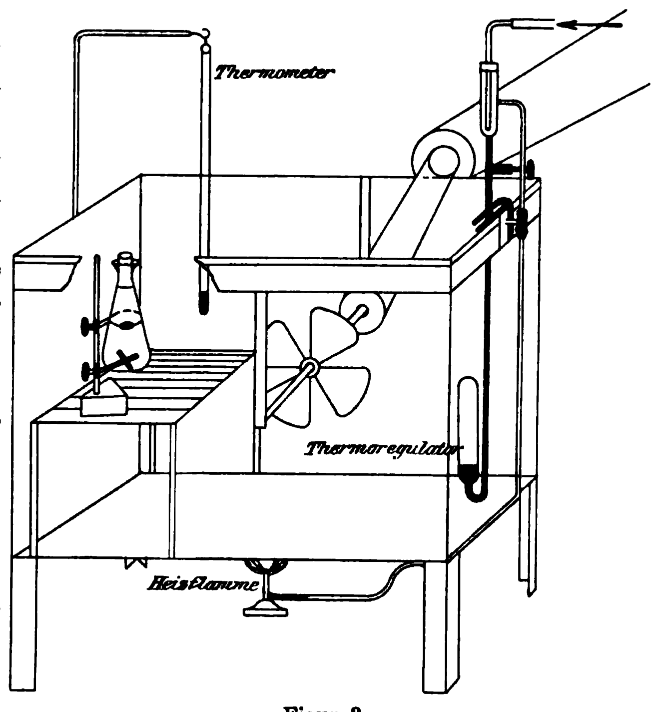
Siedeflüssigkeit: käuflicher Tetrachlorkohlenstoff.

Barometerstand	Zimmertemperatur °C.	Temperatur des Wassers im Thermostaten °C.	Barometerstand	Zimmertemperatur °C.	Temperatur des Wassers im Thermostaten °C.
1	2	3	1	2	3
732,9	+ 19,4°	+ 74,7°	757,8	+ 19,2°	+ 75,9°
734,5	+ 18,8°	+ 74,8°	758,2	+ 19,5°	+ 76,0°
737,7	+ 19,3°	+ 74,9°	759,9	+ 19,5°	+ 76,1°
741,5	+ 17,7°	+ 74,9°	760,0	+ 16,0°	+ 76,0°
742,2	+ 19,5°	+ 75,0°	760,7	+ 19,9°	+ 76,0°
748,0	+ 19,7°	+ 75,0°	761,0	+ 17,8°	+ 75,8°
748,5	+ 19,8°	+ 75,4°	761,4	+ 17,0°	+ 76,0°
749,6	+ 16,0°	+ 75,5°	762,7	+ 15,5°	+ 76,0°
753,5	+ 18,9°	+ 75,4°	763,7	+ 18,0°	+ 75,9°
753,6	+ 19,2°	+ 75,8°	763,5	+ 17,6°	+ 76,0°
753,7	+ 19,0°	+ 75,6°	765,0	+ 16,7°	+ 76,0°
753,9	+ 19,5°	+ 75,9°	765,2	+ 19,3°	+ 76,2°
754,0	+ 16,5°	+ 75,7°	766,5	+ 16,3°	+ 76,2°
756,3	+ 19,8°	+ 75,9°	766,7	+ 19,8°	+ 76,3°

[1]) Außerdem ist auch noch die Größe der Heizflamme bezw. der Gasdruck von einigem Einfluß.

eine Versuchsreihe in der Regel nicht über drei Stunden in Anspruch, und innerhalb eines solchen Zeitraumes kommen störende Barometerschwankungen nur ganz ausnahmsweise vor, sodaß dieser Thermostat wegen seiner bequemen Handhabung anderen Apparaten, welche vom Barometerstande unabhängig sind, dafür aber andere Nachteile besitzen, vorzuziehen ist. Unbedingt erforderlich ist es aber, bei der jeweiligen Entnahme von Proben des Reaktionsgemisches für die Polarisation die Temperatur des Wasserbades abzulesen. Auch ist es notwendig, für vergleichende Versuche nur in $\frac{1}{10}$ Grade geteilte Thermometer zu benutzen, die von der Technischen Reichsanstalt geprüft sind.

Außer bei $+76^0$ wurden von uns auch Inversions- und Verseifungsversuche bei $+25^0$ und $+40^0$ ausgeführt. Hierzu benutzten wir einen ähnlichen Thermostaten, wie ihn A. A. Noyes[1]) für Löslichkeitsbestimmungen konstruiert hat. Unser Apparat, dessen Einrichtung aus Figur 3 ersichtlich ist, bestand aus einem viereckigen Kasten aus starkem Zinkblech von 70 cm Länge, 45 cm Breite und 45 cm Höhe und faßte ungefähr 140 Liter Wasser. Die mit Flügeln versehene Rührwelle wurde während der ganzen Versuchsdauer mit Hilfe eines kleinen Heißluftmotors[2]) in Bewegung erhalten. Die Temperatur des Thermostaten wurde mit einem Ostwaldschen Thermoregulator mit Toluolfüllung geregelt und konnte infolge der großen Wassermasse leicht innerhalb $0{,}05^0$ bis $0{,}1^0$ konstant erhalten werden.



Figur 3.

9. Beschreibung eines Zuckerinversionsversuches. Die Versuchsanordnung, zu welcher wir im Laufe unserer Untersuchungen schließlich gelangten, läßt sich am besten darstellen, wenn wir den zeitlichen Verlauf eines solchen

[1]) Zeitschrift für physikalische Chemie 9, 606 (1892).

[2]) Die Motorenfabrik von Louis Heinrici in Zwickau liefert diese Motoren in 7 verschiedenen Größen von $^1/_{80}$ bis $^1/_6$ Pferdekraft zum Preise von 35—500 Mark. Diese Heißluftmotoren arbeiten bei sehr sparsamem Verbrauch an Leuchtgas Wochen und Monate lang außerordentlich stetig und sicher. Bei früheren Versuchen des Einen von uns war z. B. ein solcher Motor 5 Monate hindurch Tag und Nacht tätig, ohne auch nur ein einziges Mal zu versagen.

Inversionsversuches verfolgen. Mit dem zu untersuchenden Weine [1]), dessen einzusendende Menge auch mit Rücksicht auf andere chemische Untersuchungen nicht unter zwei Flaschen betragen soll, füllt man zur Abtötung der darin enthaltenen, fermentartigen invertierenden Stoffe einen ungefähr 250 ccm fassenden Erlenmeyerkolben aus Jenaer Geräteglas bis zum Halse an, setzt einen gut schließenden, von einem ca. 4 cm langen Kapillarrohre durchsetzten Gummistopfen auf und befestigt den Stopfen mittels eines Fadens am äußeren Rande des Kolbens, um eine Lockerung des Stopfens beim Erwärmen zu verhindern. Hiernach bringt man den Kolben in den oben beschriebenen Gefäßhalter und setzt ihn in den bis zur gleichbleibenden Temperatur von ungefähr + 76° angeheizten Thermostaten. Das Wasser des Thermostaten muß den Kolben bis dicht an den oberen Rand umspülen. Der Inhalt des Kolbens nimmt unter diesen Umständen sehr schnell die Temperatur des Thermostaten an. So betrug z. B. bei einem Versuch die Temperatur des Weines, dessen Temperatur vor dem Hineinstellen in den + 75,8° warmen Thermostaten + 18,5° war, nach 1½ Minuten + 60°, 2 Minuten + 65°, 3½ Minuten + 70°, 4 Minuten + 71°, 4½ Minuten + 72°, 5½ Minuten + 73°, 7½ Minuten + 74°, 11 Minuten + 75°. Nach mindestens 20 Minuten langem Verweilen des Kölbchens im Thermostaten wird dasselbe in einem Gefäß mit kaltem Wasser auf Zimmertemperatur abgekühlt.

Von dem so vorbereiteten Weine wird die Polarisation bestimmt, um die beobachtete Drehung bei der Berechnung des Endzustandes der Zuckerinversion berücksichtigen zu können. Es empfiehlt sich, den Wein vor dem Polarisieren zu filtrieren. Dies geschieht am besten in der Weise, daß man die Flüssigkeit durch ein kleines Faltenfilterchen direkt in das Rohr filtriert, nachdem die ersten Anteile des Filtrates verworfen wurden. Für die Bestimmung der optischen Drehung genügt für unsere Zwecke jeder gute Polarisationsapparat. Wir bedienten uns bei unseren Versuchen teils eines Laurentschen Halbschattenapparates, teils eines großen Lippichschen Polarisationsapparates, welcher die Ablesung eines $^1/_{100}$ Grades gestattet. Die Polarisation zahlreicher, von uns untersuchter Weißweine bot keinerlei Schwierigkeiten, wenn die Beobachtungen in einem 10 cm langen Rohre ausgeführt wurden. Die nach längerem Erhitzen auf + 76° auftretende Dunkelfärbung erschwert zwar die Beobachtung etwas, doch erhält man bei einiger Übung hinreichend genaue Zahlenwerte. Nötigenfalls kann man den Wein vor der Polarisation mit Wasser verdünnen und die Verdünnung in Rechnung ziehen. Es genügt, die optischen Messungen bei Zimmertemperatur vorzunehmen, doch ist es zu empfehlen, die jeweilige Temperatur an einem am Apparat befestigten Thermometer abzulesen und zu notieren.

Zur Ausführung des eigentlichen Inversionsversuches bringt man 25 g reinen ungeblauten Hutzucker (siehe oben) in ein Maßkölbchen von 250 ccm Inhalt, löst den Zucker zunächst in einer geringen Menge des von störenden invertierenden Stoffen durch Erhitzung befreiten Weines und füllt schließlich mit dem gleichen Wein bis zur Marke auf. Von dieser Rohrzuckerlösung wird wiederum die optische Drehung bestimmt

[1]) Diese Beschreibung bezieht sich auf Weißweine. Bei Rotweinen muß vor der Polarisation eine Entfärbung vorgenommen werden, worüber später nähere Angaben gemacht werden sollen.

und die Lösung in ein Erlenmeyersches Kölbchen von ungefähr 200 ccm Inhalt gefüllt. Der mittels eines Fadens am Flaschenrande gut befestigte Gummistopfen ist neben der oben erwähnten Kapillare noch von einem Glasrohr von 5 cm Länge und 0,6 bis 0,7 cm Durchmesser durchbohrt, durch welches mit Hilfe einer Pipette Proben der Lösung entnommen werden können, ohne daß man nötig hat, den Gummistopfen zu entfernen (vergl. Figur 2, Seite 230). Während des Versuches wird dieses Rohr mit einem kleinen, gut schließenden Korkstopfen verschlossen gehalten. Das so vorbereitete Kölbchen wird nun in den Gefäßhalter gespannt und in den Thermostaten gesetzt, dessen Temperatur wie auch der Barometerstand notiert werden. Die Zeit des Inversionsvorganges wird von dem Zeitpunkte des Einbringens des Kölbchens in den Thermostaten ab gezählt. Mit Rücksicht darauf, daß die Erwärmung des Reaktionsgemisches von Zimmertemperatur auf $+ 76^0$ eine gewisse Zeit beansprucht, welche wegen des sehr beträchtlichen Einflusses der Temperatur auf die Inversionsgeschwindigkeit bei der Berechnung der Inversionskonstanten eigentlich nicht mit ihrem ganzen Betrage in Rechnung gestellt werden dürfte, tut man gut, die erste Polarisation erst nach ungefähr 100 Minuten vorzunehmen. In welchen Zeiträumen die weiteren Beobachtungen vorgenommen und wie lange sie fortgesetzt werden müssen, darüber geben die nach den ersten Entnahmen auszuführenden Rechnungen Aufschluß. Bei unseren Versuchen betrug der Zeitraum zwischen den einzelnen Entnahmen ungefähr 30 Minuten und die Dauer des ganzen Versuches etwa 3 Stunden.

Bei der Probeentnahme für die Polarisationen ist folgendes zu beobachten. Um ein unnötiges Abkühlen des Thermostaten zu vermeiden, ist es zweckmäßig, den Deckel nur wenig zur Seite zu schieben, bis das Kölbchen sichtbar wird. Hierauf wird durch das im Gummistopfen befindliche Glasrohr mittels einer 20 ccm-Pipette die Zuckerlösung aufgesogen und das Glasrohr und der Thermostat sogleich wieder verschlossen. Den Inhalt der Pipette läßt man in ein kleines, ungefähr 50 ccm fassendes, in Eiswasser stehendes Kölbchen einfließen und kühlt durch Umschwenken auf Zimmertemperatur möglichst rasch ab. Als Zeit der Entnahme wird der Zeitpunkt gerechnet, zu welchem der letzte Tropfen der Pipette ausfließt. Auch hier ist es zweckmäßig, die Flüssigkeit durch ein kleines Faltenfilterchen, nach Beseitigung der ersten Anteile des Filtrates, in das Polarisationsrohr zu filtrieren.

10. Berechnung der Inversionskonstanten. Da es mit Rücksicht auf die Zuverlässigkeit eines Inversionsversuches sehr wünschenswert ist, einen Einblick in alle Einzelheiten der Versuchsbedingungen und gleichzeitig einen Überblick über den gesamten Reaktionsverlauf zu ermöglichen, empfiehlt es sich, die Versuchsdaten so aufzuzeichnen, wie dies in den Tabellen 23 und 24 (S. 234) geschehen ist.

Spalte 1 enthält das Datum, Spalte 2 die Tageszeit, Spalte 3 die Zeiträume, in Minuten gemessen, welche seit dem Einbringen der Rohrzuckerlösung in den Thermostaten verstrichen sind, und Spalte 4 die Temperatur des Thermostaten, mit genauer Angabe der $^1/_{10}$ Grade. In Spalte 5 werden die zugehörigen Drehungswinkel vermerkt, wobei es gleichgültig ist, ob man die Angaben in Kreisgraden oder Graden der Zuckerskala macht, da für die Berechnung relative Maße genügen. Spalte 6

Tabelle 23. Inversionsgeschwindigkeit des Geisenheimer Weines (1902) bei ungefähr + 76°.

25 g Rohrzucker wurden in dem vorher durch Erhitzen von den invertierenden Fermenten befreiten Weine gelöst und die Lösung durch Zusatz des gleichen Weines auf 250 ccm gebracht. Drehung des Weines vor dem Zuckerzusatz + 0,3° (Grade der Zuckerskala). Rohrlänge = 1 dm.

Datum	Tageszeit	Zeit ϑ in Minuten seit Beginn des Versuchs	Temperatur des Thermostaten °C.	Ablenkungswinkel (Grade der Zuckerskala)	Relative Konzentration des Rohrzuckers in der Lösung	Inversionskonstante $k = \frac{\log C_0 - \log C_\vartheta}{0{,}4343 \cdot \vartheta}$
1	2	3	4	5	6	7
17. 12. 03	12^{18} N.	0	+ 75,4 °	+ 19,8	25,5	—
	12^{52} „	34	+ 75,80°	+ 15,6	21,8	0,00 461
	1^{12} „	54	+ 75,80°	+ 13,6	19,8	0,00 468
	1^{34} „	76	+ 75,85°	+ 11,7	17,9	0,00 465
	2^{00} „	102	+ 75,80°	+ 9,5	15,7	0,00 475
	2^{27} „	129	+ 75,85°	+ 7,6	13,8	0,00 476
	2^{52} „	154	+ 75,85°	+ 6,2	12,4	0,00 468
	3^{14} „	176	+ 75,85°	+ 5,0	11,2	0,00 468

Berechnete Enddrehung der Lösung: — 6,2° Mittelwert: k = **0,00 470**

Tabelle 24. Inversionsgeschwindigkeit des Geisenheimer Weines (1902) bei ungefähr + 76°.

25 g Rohrzucker wurden in dem vorher durch Erhitzen von den invertierenden Fermenten befreiten Weine gelöst und die Lösung durch Zusatz von Wein auf 250 ccm gebracht. Drehung des Weines vor dem Zuckerzusatz + 0,3° (Grade der Zuckerskala). Rohrlänge = 1 dm.

Datum	Tageszeit	Zeit ϑ in Minuten seit Beginn des Versuchs	Temperatur des Thermostaten °C.	Ablenkungswinkel (Grade der Zuckerskala)	Relative Konzentration des Rohrzuckers in der Lösung	Inversionskonstante $k = \frac{\log C_0 - \log C_\vartheta}{0{,}4343 \cdot \vartheta}$
1	2	3	4	5	6	7
16. 12. 03	1^{15} N.	0	+ 75,65°	+ 19,3	25,50	—
	1^{40} „	25	+ 75,75°	+ 16,65	22,85	0,00 438
	2^{05} „	50	+ 75,75°	+ 14,20	20,40	0,00 446
	2^{26} „	71	+ 75,78°	+ 12,10	18,30	0,00 467
	2^{45} „	90	+ 75,80°	+ 10,50	16,70	0,00 470
	3^{10} „	115	+ 75,80°	+ 8,65	14,85	0,00 470
	3^{35} „	140	+ 75,80°	+ 7,20	13,40	0,00 460

Berechnete Enddrehung: — 6,2° Mittelwert: k = **0,00 467**

enthält die aus den Drehungswinkeln berechneten relativen Konzentrationen (vergl. Seite 215) des zu den einzelnen Beobachtungszeiten noch nicht invertierten Rohrzuckers und Spalte 7 die nach der Formel $k = \frac{\log C_0 - \log C_\vartheta}{0{,}4343 \cdot \vartheta}$ berechnete Inversionskonstante. Zur Berechnung der relativen Konzentrationen des Rohrzuckers ist es erforderlich,

die Drehung des Reaktionsgemisches nach vollendeter Inversion zu kennen. Leider ist es bei so schwach sauren Flüssigkeiten, wie sie der Wein darstellt, nicht gut möglich, diesen Endzustand experimentell zu bestimmen, da hierzu sehr viel Zeit erforderlich ist und der Wein während dieser Zeit eine zu dunkele Färbung annimmt, um genaue Beobachtungen zu ermöglichen. Die Erfahrung hat jedoch gelehrt, daß man die beim Endzustand erreichte Drehung aus der Anfangsdrehung berechnen kann. Es entspricht nämlich, mit einer für den vorliegenden Zweck hinreichenden Genauigkeit, jedem Grad der durch den Rohrzucker verursachten Rechtsdrehung nach der Inversion eine Linksdrehung von — 0,34°, wenn die Polarisationen bei + 20° vorgenommen werden [1]). Die durch den Rohrzucker in der weinhaltigen Lösung verursachte Rechtsdrehung findet man, indem man die eigene Drehung des Weines von derjenigen der Zuckerlösung abzieht. Multiplizieren wir die so gefundene Zahl mit 0,34, so erhalten wir die durch die vollständige Inversion des Rohrzuckers bedingte Linksdrehung. Addieren wir hierzu die ursprüngliche Drehung des Weines, welche durch den Inversionsvorgang im allgemeinen keine Veränderung erleidet, so finden wir die Enddrehung des Reaktionsgemisches nach beendeter Inversion.

Als Beispiel für eine derartige Berechnung wollen wir den in Tabelle 23 beschriebenen Versuch wählen. Die Drehung des Geisenheimer Weines (1902) betrug + 0,3° und die der Rohrzuckerlösung im Weine + 19,3°, sodaß die durch den Rohrzucker verursachte Drehung + 19,3 — 0,3 = + 19,0° ausmachte. Multiplizieren wir diese 19° mit dem Faktor 0,34, so erhalten wir für die Drehung des Invertzuckers nach vollständiger Inversion des Rohrzuckers die Drehung — 6,5° und nach dem Hinzufügen von + 0,3° für die unveränderte eigene Drehung des Weines, die Enddrehung der Lösung — 6,2°. Die relative Gesamtkonzentration des in der Lösung ursprünglich befindlichen Rohrzuckers beträgt demnach 19,3 + 6,2 = 25,5, ausgedrückt in Zuckerskalagraden. Dieser Wert ist in der Gleichung für die Berechnung der Konstanten für C_0 einzusetzen. Die Werte für C_ϑ findet man durch Addition von 6,2 zu den bei den verschiedenen Zeiten beobachteten Drehungswinkeln, z. B. für die Zeit 34 Minuten zu 15,6 + 6,2 = 21,8. Rechnet man, wie dies in Spalte 7 geschehen ist, sämtliche Werte der Inversionskonstanten aus, so findet man, daß die zur Beobachtungszeit 34 Minuten gehörige Konstante 0,00461 von den übrigen Konstanten etwas abweicht, weil um diese Zeit der Fehler der langsamen Anwärmung noch nicht als ausgeglichen gelten kann, und daß sie demnach nicht zur Berechnung des Mittelwertes herangezogen werden darf. Aus dieser Versuchsreihe ergibt sich also für den Geisenheimer Wein (1902) die Inversionskonstante bei + 75,85° im Mittel zu 0,00470. Eine zweite in Tabelle 24 verzeichnete Versuchsreihe ergab für

---

[1]) Vergleiche: H. Landolt, Das optische Drehungsvermögen organischer Substanzen, 2. Aufl., Braunschweig, Fr. Vieweg und Sohn, 1898, Seite 525. — E. O. von Lippmann, Die Chemie der Zuckerarten, 3. Aufl., Braunschweig, ebenda, 1904, Seite 927. — Ostwald-Luther, Hand- und Hilfsbuch zur Ausführung physiko-chemischer Messungen, 2. Aufl., Leipzig, W. Engelmann, 1902, Seite 458.

denselben Wein bei + 75,80° in befriedigender Übereinstimmung den Wert 0,00467[1]).

Mit Hilfe der in Tabelle 20 auf Seite 226 enthaltenen Zahlen sind wir ferner in der Lage, die Inversionsgeschwindigkeit des Geisenheimer Weines (1902) für die Temperatur + 25° zu berechnen. Der Versuch wurde bekanntlich ausgeführt, um die Widerstandsfähigkeit der im Wein natürlich vorkommenden, fermentartigen invertierenden Stoffe zu prüfen, und führte zu dem Ergebnis, daß deren invertierende Eigenschaft durch vorübergehendes Erhitzen bis nahe zum Siedepunkte des Weines größtenteils aufgehoben wird. Nach Verlauf von 154 Minuten war noch keine meßbare Abnahme der Drehung zu beobachten und nach 1289 Minuten betrug sie erst — 0,6°. Die nach weiteren, relativ großen Zeiträumen beobachtete Abnahme der Drehung legte die Vermutung nahe, daß es sich nur um eine durch den Säuregehalt des Weines bedingte Inversion handeln konnte. Inwieweit diese Vermutung gerechtfertigt war, lehrt folgende Berechnung. Vergegenwärtigen wir uns nochmals die dort beobachteten Ablenkungswinkel, so betrug die Drehung:

nach 0 Minuten . . . . + 39,1°
„ 1289 „ . . . . + 38,5°
„ 4169 „ . . . . + 37,3°
„ 5639 „ . . . . + 36,3°
„ 7079 „ . . . . + 35,1°.

Der nicht mit Zucker versetzte Wein zeigte im 20 cm-Rohr die Drehung + 0,6°. Die durch den Rohrzucker bewirkte Anfangsdrehung betrug demnach + 39,1° — 0,6° = + 38,5°. Unter Zugrundelegung des Faktors 0,34 für jeden Grad der durch

[1]) Nachdem der Geisenheimer Wein (1902) auf Flaschen gefüllt, 1 Jahr und 8 Monate im Keller des Kaiserlichen Gesundheitsamtes aufbewahrt worden war, wurde ein Inversionsversuch angestellt, um festzustellen, ob der Wein eine Änderung seines Säuregrades erlitten hat. Die Versuche sind in nachstehender Tabelle enthalten und lehren, daß der Säuregrad wenig verändert ist.

Tabelle. Inversionsgeschwindigkeit des Geisenheimer Weines (1902) bei ungefähr + 76°.

10 g Rohrzucker wurden in dem vorher durch Erhitzen von den invertierenden Fermenten befreiten Weine gelöst und die Lösung durch Zusatz des gleichen Weines auf 100 ccm gebracht. Drehung des Weines vor dem Zuckerzusatz + 0,12° (Grade der Kreisskala). Rohrlänge = 1 dm.

Datum	Tageszeit	Zeit ϑ in Minuten seit Beginn des Versuchs	Temperatur des Thermostaten °C	Ablenkungswinkel (Grade der Kreisskala)	Relative Konzentration des Rohrzuckers in der Lösung	Inversionskonstante $k = \frac{\log C_0 - \log C_\vartheta}{0{,}4343 \cdot \vartheta}$
1	2	3	4	5	6	7
17. 8. 05.	10^{02} V.	0	76,2°	+ 6,76	8,90	—
17. 8. 05.	11^{39} V.	97	76,2°	+ 3,54	5,68	0,00468
17. 8. 05.	12^{23} N.	141	76,2°	+ 2,47	4,61	0,00466
17. 8. 05.	$12^{58,2}$ N.	176,2	76,2°	+ 1,75	3,89	0,00470
17. 8. 05.	$1^{27,2}$ N.	205,2	76,2°	+ 1,30	3,44	0,00463

Berechnete Enddrehung der Lösung: — 2,14. Mittelwert k = **0,00466**



den Rohrzucker verursachten Rechtsdrehung berechnet sich demnach für die Drehung des nach vollständiger Inversion vorhandenen Invertzuckers der Winkel 38,5 · 0,34 = — 13,1° und für denjenigen der Zuckerlösung im Wein nach Beendigung des Inversionsvorganges — 13,1° + 0,6 = — 12,5°. Die relative Anfangskonzentration des Rohrzuckers C_0 betrug demnach 39,1 + 12,5 = 51,6. Die Werte der zu den einzelnen Beobachtungszeiten vorhandenen Rohrzucker-Konzentrationen und der aus diesen Zahlen berechneten Inversionskonstanten sind aus folgender Zusammenstellung ersichtlich:

ϑ in Minuten	Relative Konzentration des Rohrzuckers	Inversionskonstante $k = \frac{\log C_0 - \log C_\vartheta}{0{,}4343 \cdot \vartheta}$
1289	51,0	0,000009
4169	49,8	0,000009
5639	48,8	0,000010
7079	47,6	0,000011
	Mittelwert:	k = **0,000010**

Obgleich die Unterschiede der Drehungswinkel verhältnismäßig sehr klein sind und die Beobachtungsfehler infolgedessen sehr erheblich sein können, stimmen doch die Werte für die Inversionskonstanten befriedigend überein und rechtfertigen die Annahme, daß der Rückgang der Drehung im vorliegenden Falle lediglich durch die invertierende Wirkung der im Wein enthaltenen Säuren verursacht wurde. Als Mittelwert für die Zuckerinversionskonstante des Geisenheimer Weines (1902) bei + 25,0° haben wir demnach anzunehmen k_{+25° = **0,000010.**

11. Temperaturkoeffizient der Zuckerinversionskonstanten. Da die Temperatur des mit Tetrachlorkohlenstoff als Siedeflüssigkeit geheizten Thermostaten vom Barometerstande abhängig und der Einfluß der Temperatur auf die Geschwindigkeit der Zuckerinversion sehr bedeutend ist, so ist es erforderlich, die bei verschiedenen Temperaturen ermittelten Inversionskonstanten auf genau + 76,0° umzurechnen, um sie miteinander vergleichen zu können. Für die Abhängigkeit der Inversionskonstanten von der Temperatur, deren Kenntnis für diese Umrechnung nötig ist, hat Arrhenius[1]) die Formel aufgestellt:

$$k_1 = k_2 \cdot e^{A \cdot \frac{(T_1 - T_2)}{T_2 \cdot T_1}},$$

welche wir auch in folgender Weise schreiben können:

$$\ln \frac{k_1}{k_2} = A \cdot \frac{T_1 - T_2}{T_2 \cdot T_1}.$$

In dieser Gleichung bedeuten k_1 und k_2 die zu den Temperaturen T_1 und T_2 gehörigen Inversionskonstanten. Die Temperaturen T_1 und T_2 entsprechen der absoluten Temperatur, werden also durch Hinzufügen von 273° zu den üblichen Celsiusgraden gefunden. A bedeutet eine Konstante, welche sich mit der Temperatur etwas ändert. Mit Hilfe dieser Gleichung sind wir imstande, die Inversionskonstante k_2 bei einer beliebigen Temperatur T_2 zu berechnen, wenn wir bei der Temperatur T_1 die Konstante k_1 durch das Experiment ermittelt haben und die Konstante A kennen.

[1]) Über die Reaktionsgeschwindigkeit bei der Inversion von Rohrzucker durch Säuren. Zeitschrift für physikal. Chemie 4, 226 (1889).

Diese Konstante A wurde von Arrhenius nach Inversionsversuchen von Urech [1]) und von Spohr [2]) im Temperaturgebiete von + 1° bis + 55° zu 12800 berechnet. Damit stimmen auch die später von Trevor [3]) ausgeführten Versuche befriedigend überein, nach denen A zwischen + 25° bis + 40° gleich 12900 und zwischen + 40° und + 55° gleich 12500 ist. Um den Einfluß der Temperatur in der Nähe von + 76° kennen zu lernen, bestimmten wir die Inversionskonstante von 12-litriger $= \frac{1}{12}$-normaler wässeriger Essigsäurelösung bei + 74,8° und + 76,2°. Die Ergebnisse dieser Versuche sind in den Tabellen 25 und 26 enthalten.

Tabelle 25. Inversionsgeschwindigkeit von 12-litriger $= \frac{1}{12}$-normaler Essigsäure bei + 74,8°.

10 g Rohrzucker wurden mit ca. 1-litriger Essigsäure versetzt und mit Wasser auf 100 ccm aufgefüllt. Die Menge der zugesetzten Essigsäure wurde so gewählt, daß die Lösung eine 12-litrige $= \frac{1}{12}$-normale Essigsäurelösung ergab.

Datum	Tageszeit	Zeit ϑ in Minuten seit Beginn des Versuchs	Temperatur des Thermostaten °C.	Ablenkungswinkel (Grade der Zuckerskala)	Relative Konzentration des Rohrzuckers in der Lösung	Inversionskonstante $k = \frac{\log C_0 - \log C_\vartheta}{0,4343 \cdot \vartheta}$
1	2	3	4	5	6	7
16. 1. 04	11^{16} V.	0	+ 74,7°	+ 19,1	25,6	—
	12^{10} N.	54	+ 74,8°	+ 14,8	21,3	0,00 340
	1^{20} „	124	+ 74,8°	+ 9,75	16,25	0,00 366
	2^{11} „	175	+ 74,8°	+ 6,9	13,4	0,00 369

Berechnete Enddrehung: — 6,5° Mittelwert: k = **0,00 368**

Tabelle 26. Inversionsgeschwindigkeit von 12-litriger $= \frac{1}{12}$-normaler Essigsäure bei + 76,2°.

10 g Rohrzucker wurden mit ca. 1-litriger Essigsäure versetzt und mit Wasser auf 100 ccm aufgefüllt. Die Menge der zugesetzten Essigsäure wurde so gewählt, daß die Lösung eine 12-litrige $= \frac{1}{12}$-normale Essigsäurelösung ergab.

Datum	Tageszeit	Zeit ϑ in Minuten seit Beginn des Versuchs	Temperatur des Thermostaten °C.	Ablenkungswinkel (Grade der Zuckerskala)	Relative Konzentration des Rohrzuckers in der Lösung	Inversionskonstante $k = \frac{\log C_0 - \log C_\vartheta}{0,4343 \cdot \vartheta}$
1	2	3	4	5	6	7
31. 12. 03	12^{31} N.	0	+ 76,3°	+ 19,1	25,6	—
	12^{53} „	22	+ 76,2°	+ 17,3	23,8	0,00 331
	1^{22} „	51	+ 76,2°	+ 14,3	20,8	0,00 407
	1^{50} „	79	+ 76,2°	+ 12,0	18,5	0,00 411
	2^{20} „	109	+ 76,2°	+ 9,65	16,15	0,00 422
	2^{44} „	133	+ 76,2°	+ 8,15	14,95	0,00 419

Berechnete Enddrehung: — 6,5° Mittelwert: k = **0,00 417**

[1]) Berliner Berichte **16**, 765; **17**, 2175 (1884).
[2]) Zeitschrift für physikal. Chemie **2**, 195 (1888).
[3]) Zeitschrift für physikal. Chemie **10**, 332 (1892).

Die Inversionskonstante betrug demnach bei + 74,8° 0,00368 und bei + 76,2° 0,00417. Aus diesen beiden Werten berechnet sich die Konstante A zu 11080. Da es für die Praxis zweckmäßig ist, den Temperaturkoeffizienten direkt in Bruchteilen der Inversionskonstanten anzugeben, so läßt sich die in der Nähe von + 76° aufgefundene Beziehung zwischen Temperatur und Inversionskonstanten mit einer für die meisten Fälle genügenden Genauigkeit in der Weise ausdrücken, daß man für die Zunahme der Temperatur um $\frac{1}{10}$ Grad die Zunahme der Inversionskonstanten zu 0,9% annimmt[1]). Dieses Verhältnis haben wir auch den meisten unserer Berechnungen zugrunde gelegt.

Schließlich haben wir die Inversionskonstanten für die hauptsächlichsten organischen Säuren des Weines, die Essigsäure, die Bernsteinsäure, Milchsäure, Äpfelsäure und Weinsäure in 12-litriger wässeriger Lösung bei + 76° ermittelt, um ein anschauliches Bild von den Stärkeverhältnissen dieser wichtigen Säuren zu geben. Die Inversionskonstante der Essigsäure wurde mit Rücksicht auf die Bedeutung dieser Säure ein drittes Mal bestimmt. Die Versuche sind in den Tabellen 25 bis 31 enthalten und nach Reduktion auf + 76,0° in Tabelle 32 zusammengestellt. Die Konzentration „12 Liter" wurde deshalb gewählt, weil die Essigsäure in dieser Verdünnung annähernd die gleiche Inversionskonstante besitzt wie der Geisenheimer Wein (1902).

Tabelle 27. Inversionsgeschwindigkeit von 12-litriger = $\frac{1}{12}$-normaler Essigsäure in wässeriger Lösung bei ca. + 76°.

10 g Rohrzucker wurden mit soviel verdünnter Essigsäure versetzt, daß nach dem Auffüllen mit Wasser auf 100 ccm eine 12-litrige = $\frac{1}{12}$-normale Essigsäure entstand.

Datum	Tageszeit	Zeit ϑ in Minuten seit Beginn des Versuchs	Temperatur des Thermostaten °C.	Ablenkungswinkel (Grade der Kreisskala)	Relative Konzentration des Rohrzuckers in der Lösung	Inversionskonstante $k = \frac{\log C_0 - \log C_\vartheta}{0{,}4343 \cdot \vartheta}$
1	2	3	4	5	6	7
2. 12. 04	$9^{59,3}$ V.	0	+ 76,3°	+ 6,70	8,98	—
	$11^{42,8}$ „	103,5	+ 76,3°	+ 3,50	5,78	0,00426
	12^{11} N.	131,7	+ 76,3°	+ 2,87	5,15	0,00422
	$12^{35,1}$ „	155,8	+ 76,3°	+ 2,36	4,64	0,00424
	$1^{12,9}$ „	193,6	+ 76,3°	+ 1,65	3,93	0,00427

Berechuete Enddrehung: — 2,28° Mittelwert: k = **0,00425**

[1]) Nach der oben angeführten Formel von Arrhenius haben wir:

$$\ln \frac{k_{76,1}}{k_{76,0}} = 11080 \cdot \frac{0,1}{(273 + 76) \cdot (273 + 76,1)} = 0,00909.$$

$$\log \frac{k_{76,1}}{k_{76,0}} = 0,4343 \cdot 0,00909 = 0,00395$$

$$\frac{k_{76,1}}{k_{76,0}} = 1,009.$$

Tabelle 28. Inversionsgeschwindigkeit von 12-litriger $= \frac{1}{6}$-normaler wässeriger Bernsteinsäurelösung bei ca. + 76°.

10 g Rohrzucker wurden mit Bernsteinsäurelösung versetzt und mit Wasser auf 100 ccm aufgefüllt. Die Lösung stellte eine 12-litrige $= \frac{1}{6}$-normale Bernsteinsäurelösung dar.

Datum	Tageszeit	Zeit ϑ in Minuten seit Beginn des Versuchs	Temperatur des Thermostaten °C.	Ablenkungswinkel (Grade der Zuckerskala)	Relative Konzentration des Rohrzuckers in der Lösung	Inversionskonstante $k = \frac{\log C_0 - \log C_\vartheta}{0{,}4343 \cdot \vartheta}$
1	2	3	4	5	6	7
5. 1. 04	1^{18} N.	0	+ 76,2°	+ 19,1	25,6	—
	1^{38} „	20	+ 76,2°	+ 15,7	22,2	0,0071
	$2^{6,5}$ „	48,5	+ 76,2°	+ 10,45	16,9	0,0085
	$2^{26,5}$ „	68,5	+ 76,2°	+ 7,3	13,8	0,0090
	2^{55} „	97	+ 76,2°	+ 4,1	10,6	0,0091
	3^{15} „	117	+ 76,2°	+ 2,3	8,8	0,0091
	$3^{35,3}$ „	137,5	+ 76,2°	+ 1,7	8,2	—

Berechnete Enddrehung: — 6,5° Mittelwert: k = **0,0091**

Tabelle 29. Inversionsgeschwindigkeit von 12-litriger $= \frac{1}{12}$-normaler wässeriger Milchsäurelösung bei ca. + 76°.

10 g Rohrzucker wurden mit Milchsäurelösung versetzt und mit Wasser auf 100 ccm aufgefüllt. Die Menge der zugesetzten Milchsäure wurde so gewählt, daß die Lösung eine 12-litrige $= \frac{1}{12}$-normale Milchsäurelösung ergab.

Datum	Tageszeit	Zeit ϑ in Minuten seit Beginn des Versuchs	Temperatur des Thermostaten °C.	Ablenkungswinkel (Grade der Zuckerskala)	Relative Konzentration des Rohrzuckers in der Lösung	Inversionskonstante $k = \frac{\log C_0 - \log C_\vartheta}{0{,}4343 \cdot \vartheta}$
1	2	3	4	5	6	7
2. 1. 04	1^{03} N.	0	+ 76,2°	+ 19,1	25,6	—
	$1^{42,5}$ „	39,5	+ 76,4°	+ 9,05	15,5	0,0126
	2^{02} „	59	+ 76,4°	+ 5,5	12,0	0,0128
	2^{16} „	73	+ 76,4°	+ 3,15	9,6	0,0134
	2^{33} „	90	+ 76,4°	+ 1,3	7,8	0,0132
	2^{55} „	112	+ 76,5°	— 0,9	5,6	0,0136
	3^{20} „	137	+ 76,5°	— 2,35	4,1	0,0133
	3^{44} „	161	+ 76,6°	— 3,5	3,0	0,0133

Berechnete Enddrehung: — 6,5° Mittelwert: k = **0,0132**

Tabelle 30. Inversionsgeschwindigkeit von 12-litriger $= \frac{1}{6}$-normaler wässeriger Äpfelsäurelösung bei ca. + 76°.

10 g Rohrzucker wurden mit Äpfelsäurelösung versetzt und mit Wasser auf 100 ccm aufgefüllt. Die Lösung stellte eine 12-litrige $= \frac{1}{6}$-normale Äpfelsäurelösung dar.

Datum	Tageszeit	Zeit ϑ in Minuten seit Beginn des Versuchs	Temperatur des Thermostaten °C.	Ablenkungswinkel (Grade der Zuckerskala)	Relative Konzentration des Rohrzuckers in der Lösung	Inversionskonstante $k = \frac{\log C_0 - \log C_\vartheta}{0,4343 \cdot \vartheta}$
1	2	3	4	5	6	7
4. 1. 04	12^{51} N.	0	+ 76,1°	+ 19,1	25,6	—
	1^{08} "	17	+ 76,1°	+ 13,0	19,5	0,0160
	1^{25} "	34	+ 76,1°	+ 6,8	13,8	0,0193
	$1^{45,5}$ "	54,5	+ 76,1°	+ 2,0	8,5	0,0202
	2^{05} "	74	+ 76,1°	— 1,1	5,4	0,0210
	2^{35} "	104	+ 76,2°	— 3,6	2,9	0,0209
	$3^{08,5}$ "	137,5	+ 76,1°	— 4,8	1,7	0,0197
	$3^{38,5}$ "	167,5	+ 76,2°	— 5,4	1,1	0,0188

Berechnete Enddrehung: — 6,5° Mittelwert: **k = 0,0202**

Tabelle 31. Inversionsgeschwindigkeit von 12-litriger $= \frac{1}{6}$-normaler wässeriger Weinsäurelösung bei ca. + 76°.

10 g Rohrzucker wurden mit Weinsäurelösung zu 100 ccm aufgefüllt. Die Lösung stellte eine 12-litrige $= \frac{1}{6}$-normale Weinsäurelösung dar.

Datum	Tageszeit	Zeit ϑ in Minuten seit Beginn des Versuchs	Temperatur des Thermostaten °C.	Ablenkungswinkel (Grade der Zuckerskala)	Relative Konzentration des Rohrzuckers in der Lösung	Inversionskonstante $k = \frac{\log C_0 - \log C_\vartheta}{0,4343 \cdot \vartheta}$
1	2	3	4	5	6	7
7. 1. 04	10^{15} V.	0	+ 76,4°	+ 19,6	25,6	—
	$10^{29,5}$ "	14,5	+ 76,1°	+ 12,8	18,8	0,0213
	10^{48} "	33	+ 76,2°	+ 3,5	9,5	0,0300
	$11^{04,5}$ "	49,5	+ 76,4°	— 0,7	5,8	0,0318
	11^{30} "	75	+ 76,4°	— 3,7	2,8	0,0321
	12^{05} N.	110	+ 76,4°	— 5,0	1,0	0,0294

Berechnete Enddrehung: — 6,0° Mittelwert: **k = 0,0308**

12-litrige $= \frac{1}{6}$-normale Weinsäurelösung besitzt im 1 dm-Rohr eine Rechtsdrehung von + 0,5 Zuckergraden.

Tabelle 32. Die Inversionskonstanten der organischen Säuren des Weines in 12-litriger wässeriger Lösung bei + 76,0°.

(Übersicht über die in den Tabellen 25 bis 31 enthaltenen Versuche.)

Nummer der Tabelle, in welcher der Versuch enthalten ist	Name der Säure	Mittelwert der beobachteten Inversionskonstanten	Mittlere Versuchstemperatur ° C.	Mittelwert der Inversionskonstanten nach Reduktion auf + 76,0°
1	2	3	4	5
25	Essigsäure	0,00368	+ 74,8°	0,00408
26	„	0,00417	+ 76,2°	0,00410
27	„	0,00425	+ 76,3°	0,00414
28	Bernsteinsäure	0,0091	+ 76,2°	0,0089
29	Milchsäure	0,0182	+ 76,4°	0,0128
30	Äpfelsäure	0,0202	+ 76,1°	0,0200
31	Weinsäure	0,0308	+ 76,4°	0,0297

B. Bestimmung des Säuregrades des Weines mit Hilfe der Katalyse von Estern.

Da die Versuchsanordnung bereits im theoretischen Teile auf Seite 220 an einem Versuche mit 2-litriger $= \frac{1}{2}$-normaler Salzsäure und Methylacetat bei + 25° in wässeriger Lösung ausführlich beschrieben worden ist, sollen hier nur einige technische Erläuterungen und weitere Angaben zur Berechnung der Verseifungskonstanten Platz finden. Als Beispiel wollen wir die auf den Tabellen 33, 34, 35 und 36 beschriebenen Versuche wählen, welche zur Bestimmung der Verseifungskonstanten von Geisenheimer Wein (1902) ausgeführt wurden.

Tabelle 33. Katalyse von Essigsäure-Äthylester durch Geisenheimer Wein (1902) bei ca. + 76°.

400 ccm Wein wurden mit 16 ccm Essigsäure-Äthylester vermischt. Von Zeit zu Zeit wurden 25 ccm des Gemisches mit Lackmuspapier nach der Tüpfelmethode mit $\frac{1}{2}$-normaler Natronlauge titriert.

Datum	Tageszeit	Zeit ϑ in Minuten, die nach dem Einbringen in den Thermostaten verflossen waren	Temperatur des Thermostaten °C.	Zur Titration von 25 ccm des Reaktionsgemisches wurden verbraucht ccm $\frac{n}{2}$ - Natronlauge	Relative Konzentration des verseifbaren Esters	Verseifungskonstante $k = \frac{\log C_0 - \log C_\vartheta}{0{,}4343 \cdot \vartheta}$
1	2	3	4	5	6	7
28. 12. 03	12^{00} V.	0	+ 76,0°	8,00	14,52	—
29. 12. 03	9^{57} „	1317	+ 76,3°	14,99	7,53	0,00 050
30. 12. 03	10^{10} „	2770	+ 76,2°	19,25	3,27	0,00 054
31. 12. 03	10^{45} „	4245	+ 76,2°	21,04	1,48	0,00 054
2. 1. 04	9^{35} „	7055	+ 76,2°	22,25	0,27	0,00 056
4. 1. 04	9^{35} „	9935	+ 76,0°	22,52	0,00	—
6. 1. 04	10^{50} „	12890	+ 76,2°	22,41	—	—

Mittelwert: k = **0,00 054**

k ist berechnet unter Zugrundelegung des Wertes 22,52 als Endzustand.

Tabelle 34. Katalyse von Essigsäure-Äthylester durch Geisenheimer Wein (1902) bei ca. + 76°.

400 ccm Wein wurden mit 16 ccm Essigsäure-Äthylester vermischt. Von Zeit zu Zeit wurden 25 ccm des Gemisches mit Lackmuspapier nach der Tüpfelmethode mit $\frac{1}{2}$-normaler Natronlauge titriert.

Datum	Tageszeit	Zeit ϑ in Minuten, die nach dem Einbringen in den Thermostaten verflossen waren	Temperatur des Thermostaten °C.	Zur Titration von 25 ccm des Reaktionsgemisches wurden verbraucht ccm $\frac{n}{2}$·Natronlauge	Relative Konzentration des verseifbaren Esters	Verseifungskonstante $k = \frac{\log C_0 - \log C_\vartheta}{0{,}4343 \cdot \vartheta}$
1	2	3	4	5	6	7
28. 12. 03	12^{00} V.	0	+ 76,0°	8,00	14,95	—
29. 12. 03	9^{31} „	1291	+ 76,3°	14,89	8,06	0,00 048
30. 12. 03	9^{58} „	2758	+ 76,2°	19,16	3,79	0,00 050
31. 12. 03	10^{35} „	4235	+ 76,2°	21,19	1,76	0,00 051
2. 1. 04	9^{40} „	7060	+ 76,2°	22,41	0,54	—
4. 1. 04	9^{37} „	9937	+ 76,0°	22,95	0,00	—
6. 1. 04	10^{40} „	12880	+ 76,2°	22,36	—	—

Mittelwert: k = **0,00 050**

k ist berechnet unter Zugrundelegung des Wertes 22,95 als Endzustand.

Tabelle 35. Katalyse von Essigsäure-Methylester durch Geisenheimer Wein (1902) bei + 25°.

400 ccm Wein wurden mit 16 ccm Essigsäure-Methylester vermischt. Von Zeit zu Zeit wurden 25 ccm des Gemisches mit Lackmuspapier nach der Tüpfelmethode mit $\frac{1}{2}$-normaler Natronlauge titriert.

Datum	Tageszeit	Zeit ϑ in Minuten, die nach dem Einbringen in den Thermostaten verflossen waren	Temperatur des Thermostaten °C.	Zur Titration von 25 ccm des Reaktionsgemisches wurden verbraucht ccm $\frac{n}{2}$·Natronlauge	Relative Konzentration des verseifbaren Esters	Verseifungskonstante $k = \frac{\log C_0 - \log C_\vartheta}{0{,}4343 \cdot \vartheta}$
1	2	3	4	5	6	7
17. 11. 03	12^{00} V.	0	+ 25,01°	8,15	19,90	—
17. 11. 03	2^{32} N.	152	+ 25,02°	8,13	19,92	—
19. 11. 03	10^{40} V.	2800	+ 25,00°	8,54	19,51	0,00 000 715
21. 11. 03	9^{55} „	5635	+ 25,01°	9,00	19,05	0,00 000 776
23. 11. 03	10^{25} „	8545	+ 25,00°	9,55	18,50	0,00 000 854
26. 11. 03	10^{25} „	12 865	+ 25,00°	10,17	17,88	0,00 000 832
30. 11. 03	2^{20} N.	18 860	+ 25,01°	11,14	16,91	0,00 000 863
11. 12. 03	3^{30} „	34 770	+ 25,02°	13,05	15,00	0,00 000 813

Mittelwert: k = **0,00 000 850**

k ist berechnet unter Zugrundelegung des Wertes 28,05 als Endzustand. Als Endzustand wurde derselbe Wert angenommen, welcher bei der Versuchsreihe auf Tabelle 37 für halbnormale Salzsäure experimentell bestimmt wurde. Da dort nur 2 ccm des Reaktionsgemisches mit $\frac{n}{10}$-Barytwasser und hier 25 ccm mit $\frac{n}{2}$-Natronlauge titriert wurden, war der dort gefundene Wert

(17,78 — 9,82 = 7,96) mit $\frac{25}{2 \cdot 5}$ zu multiplizieren und zu 8,15 zu addieren.

16*

Tabelle 36. Katalyse von Essigsäure-Methylester durch Geisenheimer Wein (1902) bei + 25°.

400 ccm Wein wurden mit 16 ccm Essigsäure-Methylester vermischt. Von Zeit zu Zeit wurden 2 ccm des Gemisches mit Lackmuspapier nach der Tüpfelmethode mit $\frac{1}{2}$-normaler Natronlauge titriert.

Datum	Tageszeit	Zeit ϑ in Minuten, die nach dem Einbringen in den Thermostaten verflossen waren	Temperatur des Thermostaten °C.	Zur Titration von 25 ccm des Reaktionsgemisches wurden verbraucht ccm $\frac{n}{2}$-Natronlauge	Relative Konzentration des verseifbaren Esters	Verseifungskonstante $k = \frac{\log C_0 - \log C_\vartheta}{0{,}4343 \cdot \vartheta}$
1	2	3	4	5	6	7
17. 11. 03	12^{22} N.	0	+ 25,01°	8,05	19,90	—
17. 11. 03	2^{01} „	99	+ 25,02°	8,10	19,85	—
19. 11. 03	10^{22} V.	2846	+ 25,00°	8,52	19,43	0,00 000 841
21. 11. 03	10^{20} „	5703	+ 25,01°	8,93	19,02	0,00 000 795
23. 11. 03	10^{10} „	8588	+ 24,97°	9,62	18,33	0,00 000 957
26. 11. 03	10^{22} „	12 928	+ 25,00°	10,37	17,58	0,00 000 960
30. 11. 03	2^{05} N.	18 823	+ 25,01°	11,15	16,80	0,00 000 900
14. 12. 03	1^{00} „	38 958	+ 25,03°	13,67	14,28	0,00 000 852

Mittelwert: k = **0,00 000 989**

k ist berechnet unter Zugrundelegung des Wertes 27,95 als Endzustand. Als Endzustand wurde derselbe Wert angenommen, welcher bei der Versuchsreihe auf Tabelle 37 für halbnormale Salzsäure experimentell bestimmt wurde. Da dort nur 2 ccm des Reaktionsgemisches mit $\frac{n}{10}$-Barytwasser und hier 25 ccm mit $\frac{n}{2}$-Natronlauge titriert wurden, war der dort gefundene Wert $(17{,}78 - 9{,}82 = 7{,}96)$ mit $\frac{25}{2 \cdot 5}$ zu multiplizieren und zu 8,05 zu addieren.

Die Katalysen auf den Tabellen 33 und 34 fanden unter Verwendung von Essigsäure-Äthylester bei + 76°, diejenigen auf den Tabellen 35 und 36 unter Benutzung von Essigsäure-Methylester bei + 25° statt. In allen Fällen wurden 400 ccm Wein mit 16 ccm Essigester vermischt. Bei den bei + 25° ausgeführten Versuchen wurden die Kölbchen einfach mit einem Gummistopfen verschlossen und mittels eines Halters bis zum Halse im Wasser des oben (Seite 231) beschriebenen Thermostaten befestigt. Da die Katalyse in so schwach sauren Lösungen bei + 25° nur sehr langsam fortschreitet — die Versuche auf Tabelle 35 nahmen 24 Tage und diejenigen auf Tabelle 36 27 Tage in Anspruch —, ist es nötig, die Temperatur des Thermostaten sorgfältig zu kontrollieren. Wie schon oben bemerkt wurde und wie auch unsere Versuche beweisen, läßt sich die Temperatur tatsächlich wochenlang innerhalb weniger Hundertstelgrade halten. Wenn auch die Katalyse bei + 76° wesentlich schneller vor sich geht, so waren doch zur Durchführung der Versuche auf den Tabellen 33 und 34 je 9 Tage erforderlich. Um die Verluste an Reaktionsgemisch und besonders an Ester durch Verdunsten auf das Mindestmaß zu beschränken, ist auf einen sehr sorgfältigen Verschluß der Kolben zu achten. Die Gummistopfen, welche in ähnlicher

Weise, wie dies bei der Zuckerinversionsmethode beschrieben wurde, mit einer Kapillaren und einem weiteren Rohr zur Entnahme des Reaktionsgemisches versehen sind, werden mit Bindfaden am Halse des Kolbens befestigt, da sie sich während der langen Versuchszeit sonst leicht lockern, wodurch eine langdauernde Versuchsreihe wertlos werden kann. Wie aus den Spalten 4 der Tabellen 33 und 34 hervorgeht, ließ sich die Temperatur auch während der 9 Tage dauernden Versuche innerhalb weniger Zehntelgrade konstant halten. Die Titrationen des Reaktionsgemisches werden wegen der Färbung des Weines am zweckmäßigsten mit $\frac{1}{2}$-normaler Natronlauge nach der Tüpfelmethode mit empfindlichem Lackmuspapier ausgeführt, und für eine Titration sind mindestens 25 ccm Flüssigkeit zu verwenden.

12. Berechnung der Verseifungskonstanten. In Ergänzung der im theoretischen Teile gegebenen ausführlichen Darlegungen haben wir uns hier im wesentlichen noch mit der Bestimmung des Endzustandes der am Wein ausgeführten Esterkatalyse zu befassen. Während bei der Verwendung von halbnormaler Salzsäure als Katalysator die Verseifung des Essigsäure-Methylesters bei $+ 25^{0}$ schon nach ungefähr 25 Stunden den Gleichgewichtszustand erreicht hat (wie aus Tabelle 15 hervorgeht), nimmt sie beim Wein viel längere Zeit in Anspruch. Nach den auf den Tabellen 35 und 36 verzeichneten Versuchen hatte das Reaktionsgemisch bei $+ 25^{0}$ auch nach 27 Tagen noch lange nicht den Gleichgewichtszustand erreicht, sodaß die Bestimmung desselben praktisch nicht gut durchführbar ist. Wie aus den Versuchen von W. Ostwald [1]) hervorgeht, kann man in solchen Fällen in der Weise verfahren, daß man einen Verseifungsversuch unter den gleichen Versuchsbedingungen mit einer starken Säure ausführt. Da der Endzustand annähernd der gleiche ist, gleichgültig, welche Stärke die zur Katalyse benutzte Säure hat, so kann man den so bestimmten Endzustand den Berechnungen von Versuchen mit schwächeren Säuren zugrunde legen. Im vorliegenden Falle haben wir den Vergleichsversuch mit halbnormaler Salzsäure ausgeführt, unter Zusatz von so viel Äthylalkohol, wie dem Gehalt des Geisenheimer Weines (1902) entspricht. Die Anordnung und Ergebnisse dieser Versuche sind aus den Tabellen 37 und 38 ersichtlich. Der Zusatz des Äthylalkohols erfolgte deshalb, weil dieser Stoff auch in der vorliegenden geringen Konzentration von ungefähr 6 Gewichtsprozenten das Endgleichgewicht etwas beeinflussen und die Verseifungskonstante erhöhen kann [2]). Der Endtiter, welcher der Berechnung der Konstanten zugrunde gelegt wurde, betrug 17,78 bezw. 17,79, d. h. 2 ccm des Reaktionsgemisches erforderten 17,78 bezw. 17,79 ccm $\frac{1}{10}$-normales Barytwasser zur Neutralisation. Da der Anfangs-

[1]) Studien zur chemischen Dynamik, Journal für praktische Chemie N. F. 28, 483 (1883).

[2]) Vergl. W. Ostwald, ebenda, Seite 465. Bei einem Vergleich der in den Tabellen 15, 37 und 38 enthaltenen Versuche mit $\frac{1}{2}$-normaler Salzsäure, welche sich nur durch einen Zusatz von 6 Gewichtsprozenten Äthylalkohol unterscheiden, findet man, daß der Alkoholzusatz eine Erhöhung der Verseifungskonstanten von 0,00340 auf 0,00377 bezw. 0,00374 zur Folge hat.

Tabelle 37. Katalyse von Essigsäure-Methylester durch 2-litrige = $\frac{1}{2}$-normale Salzsäure in wässerig-alkoholischer Lösung bei + 25°.

100 ccm 2-litrige = $\frac{1}{2}$-normale Salzsäure, die 6,08 g absoluten Äthylalkohol enthielten, wurden mit 4 ccm Essigsäure-Methylester vermischt. Von Zeit zu Zeit wurden 2 ccm des Gemisches entnommen und nach Hinzufügen von 10 ccm destilliertem Wasser mit $\frac{n}{10}$-Barytwasser titriert. (Indikator: Phenolphthaleïn.)

Datum	Tageszeit	Zeit ϑ in Minuten, die nach dem Hinzufügen des Esters zur Säurelösung verflossen waren	Temperatur des Thermostaten °C.	Zur Titration von 2 ccm des Reaktionsgemisches wurden verbraucht ccm $\frac{n}{10}$-Barytwasser	Relative Konzentration des verseifbaren Esters	Verseifungskonstante $k = \frac{\log C_0 - \log C_\vartheta}{0{,}4343 \cdot \vartheta}$
1	2	3	4	5	6	7
25. 5. 05	12^{45} N.	0	+ 25,00°	9,82	7,96	—
25. 5. 05	$1^{53,5}$ „	68,5	+ 25,02°	11,62	6,16	0,00 374
25. 5. 05	2^{44} „	119	+ 25,03°	12,73	5,05	0,00 381
25. 5. 05	3^{38} „	173	+ 24,99°	13,63	4,15	0,00 377
25. 5. 05	$4^{43,5}$ „	238,5	+ 24,96°	14,53	3,25	0,00 376
25. 5. 05	5^{33} „	288	+ 24,93°	15,08	2,70	0,00 375
26. 5. 05	9^{21} V.	1236	+ 25,20°	17,69	0,09	—
26. 5. 05	3^{26} N.	1601	+ 25,00°	17,78	0,00	—
27. 5. 05	10^{18} V.	2733	+ 25,00°	17,76	—	—
27. 5. 05	12^{40} N.	2875	+ 25,00°	17,76	—	—

Mittelwert: k = **0,00 377**

Als Endtiter ist der Wert 17,78 der Berechnung der Konstanten zugrunde gelegt worden.

titer 9,82 bezw. 9,84 betrug, so entsprach die Menge der während der Katalyse frei werdenden Essigsäure 17,78 — 9,82 = 7,96 bezw. 17,79 — 9,84 = 7,95, im Mittel 7,96 ccm $\frac{1}{10}$-normales Barytwasser für 2 ccm Reaktionsgemisch. Bei den mit Wein angestellten Versuchen kamen aber nicht 2 ccm, sondern 25 ccm des Reaktionsgemisches zur Titration, auch wurde nicht $\frac{1}{10}$-normales Barytwasser, sondern $\frac{1}{2}$-normale Natronlauge zur Neutralisation benutzt; wir haben demnach den Wert 7,96 mit $\frac{25}{2 \cdot 5}$ zu multiplizieren, um vergleichbare Zahlen zu erhalten. Die relative Anfangskonzentration C_0 des verseifbaren Esters betrug daher bei den in den Tabellen 35 und 36 verzeichneten Versuchen $\frac{7{,}96 \cdot 25}{2 \cdot 5} = 19{,}90$. Diese Anfangskonzentration sowie die weiteren relativen Konzentrationen C_ϑ sind in den Spalten 6 dieser Tabellen enthalten. Die aus diesen Konzentrationen berechneten Verseifungskonstanten stimmen mit Rücksicht auf die lange Versuchsdauer bei beiden Versuchsreihen befriedigend überein, ebenso die daraus berechneten Mittelwerte 0,00000850 und 0,00000939.

Tabelle 38. Katalyse von Essigsäure-Methylester durch 2-litrige = $\frac{1}{2}$-normale Salzsäure in wässerig-alkoholischer Lösung bei + 25°.

100 ccm 2-litrige = $\frac{1}{2}$-normale Salzsäure, die 6,08 g absoluten Äthylalkohol enthielten, wurden mit 4 ccm Essigsäure-Methylester vermischt. Von Zeit zu Zeit wurden 2 ccm des Gemisches entnommen und nach Hinzufügen von 10 ccm destilliertem Wasser mit $\frac{n}{10}$-Barytwasser titriert. (Indikator: Phenolphthaleïn.)

Datum	Tageszeit	Zeit ϑ in Minuten, die nach dem Hinzufügen des Esters zur Säurelösung verflossen waren	Temperatur des Thermostaten °C.	Zur Titration von 2 ccm des Reaktionsgemisches wurden verbraucht ccm $\frac{n}{10}$-Barytwasser	Relative Konzentration des verseifbaren Esters	Verseifungskonstante $k = \frac{\log C_0 - \log C_\vartheta}{0{,}4343 \cdot \vartheta}$
1	2	3	4	5	6	7
25. 5. 05	12^{21} N.	0	+ 25,00°	9,84	7,95	—
25. 5. 05	1^{33} „	72	+ 25,02°	11,75	6,04	0,00 382
25. 5. 05	2^{39} „	138	+ 25,03°	13,01	4,78	0,00 369
25. 5. 05	$3^{31,5}$ „	190	+ 24,99°	13,87	3,92	0,00 372
25. 5. 05	$4^{33,5}$ „	252,5	+ 24,96°	14,69	3,10	0,00 373
25. 5. 05	5^{28} „	307	+ 24,93°	15,28	2,51	0,00 376
26. 5. 05	9^{11} V.	1250	+ 25,20°	17,73	0,06	—
27. 5. 05	12^{35} N.	2894	+ 25,00°	17,79	0,00	—
28. 5. 05	9^{41} V.	4160	+ 25,01°	17,79	0,00	—

Mittelwert: k = **0,00 374**

Als Endtiter ist der Wert 17,79 der Berechnung der Konstanten zugrunde gelegt worden.

Bei den mit Geisenheimer Wein bei + 76° ausgeführten Versuchen (vergl. die Tabellen 33 und 34) benutzten wir Essigsäure-Äthylester wegen seines höheren Siedepunktes und der dadurch bedingten geringeren Verdampfungsgeschwindigkeit. Infolge der bei dieser Temperatur sehr vermehrten Verseifungsgeschwindigkeit konnte der Gleichgewichtszustand experimentell bestimmt werden. Die für die Verseifungskonstanten beider Versuchsreihen berechneten Mittelwerte 0,00054 und 0,00050 stimmen auch hier befriedigend überein. Obwohl die Verseifungskonstanten der bei + 25° und + 76° ausgeführten Versuche wegen der Verschiedenheit der Ester nicht direkt miteinander verglichen werden können, lassen sie doch den außerordentlich großen Einfluß der Temperatur auf die Katalyse der Ester erkennen.

C. Berechnung des Säuregrades (der Wasserstoffionen-Konzentration) des Weines aus den bei der Rohrzuckerinversion und bei der Esterkatalyse erhaltenen Konstanten.

Wie bereits im theoretischen Teile dieser Abhandlung auf Seite 218 und 223 auseinandergesetzt wurde, kann man die absolute Konzentration der Wasserstoffionen in einer sauren Lösung, d. h. die in 1 Liter Lösung enthaltene molekulare Menge derselben,

nicht direkt aus den Zuckerinversions- oder Verseifungskonstanten ableiten. Man ist vielmehr darauf angewiesen, solche Konstanten für eine Lösung mit bekanntem Wasserstoffionengehalte zu bestimmen und aus dem Verhältnis der Konstanten die Wasserstoffionen-Konzentration der unbekannten Lösung zu berechnen. Wesentlich hierbei ist, daß die Vergleichsbestimmungen unter genau den gleichen Versuchsbedingungen ausgeführt werden. Im vorliegenden Falle machte es einige Schwierigkeiten, geeignete Vergleichslösungen von bekanntem Säuregrad herzustellen, da sie einen dem Weine analogen Alkoholgehalt besitzen mußten und die Messungen zum Teil bei + 76° ausgeführt wurden. Leider ist der Einfluß des Äthylalkohols auf den Dissoziationsgrad der Säuren noch ungenügend erforscht, und auch der Einfluß der Temperatur läßt sich hier vielfach nicht mit der wünschenswerten Genauigkeit feststellen, da beide Einflüsse sich immer gleichzeitig geltend machen. Infolgedessen bleiben die einzelnen Umrechnungen auf die absolute Wasserstoffionen-Konzentration mit einigen, wenn auch oft geringen Fehlern behaftet, sodaß zur Gewinnung einer sicheren Vergleichszahl verschiedene und voneinander möglichst unabhängige Vergleichsversuche angestellt werden müssen. Wir haben versucht, dieses Ziel auf folgende Weise zu erreichen. Auf Tabelle 39 ist eine Übersicht über die Ergebnisse der von uns an Geisenheimer Wein (Jahrgang 1902) angestellten Versuche zur Bestimmung des Säuregrades (der Wasserstoffionen-Konzentration) enthalten. Es handelt sich demnach um je 2 Konstanten oder Mittelwerte von solchen, die nach der Methode der Rohrzuckerinversion und der Esterkatalyse gewonnen wurden und welche der Reihe nach besprochen werden sollen.

Tabelle 39. Übersicht über die Ergebnisse der an Geisenheimer Wein (Jahrgang 1902) angestellten Versuche zur Bestimmung des Säuregrades (der Wasserstoffionen-Konzentration).

Benutzte Methode	Nummer der Tabelle, auf welcher der Versuch beschrieben ist.	Mittlere Versuchstemperatur °C.	Mittelwert der beobachteten Konstanten	Mittelwert der Zuckerinversionskonstanten nach Reduktion auf + 76,0° [1])
1	2	3	4	5
I. Rohrzucker-Inversion	23	+ 75,85°	0,00 470	0,00 477
	24	+ 75,80°	0,00 467	0,00 475
			Mittel:	**0,00 476**
	20 und Seite 237	+ 25,0°	**0,00 0010**	—
II. Ester-Katalyse	33	+ 76,2°	0,00 054	Essigsäure-Äthylester
	34	+ 76,2°	0,00 050	
		Mittel:	**0,00 052**	
	35	+ 25,0°	0,00 000 850	Essigsäure-Methylester
	36	+ 25,0°	0,00 000 939	
		Mittel:	**0,00 000 895**	

[1]) Bei den bei + 25° ausgeführten Versuchen konnte die Temperatur stets so genau eingehalten werden, daß eine Reduktion des Mittelwertes der Konstanten unnötig ist. Auch bei den bei + 76,2° bestimmten Verseifungskonstanten brauchte keine Reduktion auf + 76,0° vorgenommen werden.

13. Berechnung des Säuregrades des Weines aus der bei + 76° ausgeführten Zuckerinversion. Zur Herstellung einer Vergleichslösung von bekanntem Wasserstoffionengehalt eignet sich in erster Linie die Salzsäure. Als einbasische starke Mineralsäure ist sie bei den hier in Frage kommenden Konzentrationen (500-litrig $= \frac{1}{500}$-normal) in wässeriger Lösung als nahezu vollständig dissoziiert anzunehmen, und ihr Dissoziationsgrad wird nach den bisherigen Erfahrungen [1]) durch einen Zusatz von Äthylalkohol, welcher dem Gehalt der gewöhnlichen Weine entspricht, nicht merklich beeinflußt. Auch eine Erwärmung einer solchen Lösung auf + 76° wird auf den Dissoziationszustand der Salzsäure ohne störenden Einfluß sein. Um den Einfluß des Alkohols auf die Zuckerinversionskonstante zu prüfen, stellten wir eine Anzahl von Versuchen an, welche in den Tabellen 40 bis 45 aufgezeichnet sind. Die Ergebnisse dieser sechs Versuchsreihen sind in den Spalten 1 bis 4 der Tabelle 46 übersichtlich zusammengestellt. Um einen direkten Vergleich der Inversionskonstanten zu ermöglichen, sind diese in Spalte 5 auf die Temperatur + 76,0° reduziert worden. Aus diesen Versuchen geht hervor, daß die Inversionskonstante der wässerigen Salzsäure mit steigendem Zusatz von Alkohol abnimmt [2]). Da eine entsprechende Verminderung der elektrolytischen Dissoziation der Salzsäure in 500-litriger $= \frac{1}{500}$-normaler Lösung als ausgeschlossen betrachtet werden muß, sind wir zu

Tabelle 40. Inversionsgeschwindigkeit von ca. 500-litriger $= \frac{1}{500}$-normaler Salzsäure in wässeriger Lösung bei ca. + 76°.

10 g Rohrzucker wurden mit der berechneten Menge verdünnter Salzsäure versetzt und auf 100 ccm mit Wasser aufgefüllt. Die Lösung war 499,5-litrig $= \frac{1}{499,5}$-normal.

Datum	Tageszeit	Zeit ϑ in Minuten nach Beginn des Versuchs	Temperatur des Thermostaten °C.	Ablenkungswinkel (Grade der Kreisskala)	Relative Konzentration des Rohrzuckers in der Lösung	Inversionskonstante $k = \frac{\log C_0 - \log C_\vartheta}{0,4343 \cdot \vartheta}$
1	2	3	4	5	6	7
10. 5. 05	9^{05} V.	0	+ 76,3°	+ 6,63	8,88	—
	$10^{36,5}$ „	91,5	+ 76,3°	+ 2,00	4,25	0,00 805
	11^{02} „	117	+ 76,3°	+ 1,18	3,43	0,00 813
	$11^{31,3}$ „	146,3	+ 76,3°	+ 0,57	2,82	0,00 784
	$12^{0,5}$ N.	175,5	+ 76,3°	— 0,08	2,17	0,00 803

Berechnete Enddrehung — 2,25°   Mittelwert k = **0,00 801**

[1]) Vergl. u. a. Arrhenius, Zeitschrift für physikalische Chemie **9**, 500 (1892).

[2]) Eine ähnliche Beobachtung haben Kablukow und Zacconi gemacht, welche den Einfluß eines Alkoholzusatzes auf die Inversionskonstante verschiedener Säuren in halbnormaler Lösung untersuchten. So wurde die Inversionskonstante von $\frac{1}{2}$-normaler Salzsäure bei + 25° durch Zusatz von 10 Volumprozenten Alkohol von 21,3 auf 20,8 herabgesetzt. Journ. d. Russ. physikal.-chem. Gesellschaft 1891 [1] 546—559. Ein, allerdings sehr unvollkommenes Referat findet sich in den Berichten der Deutschen Chem. Gesellschaft **25**, 499 (1892). Dort ist auch die Angabe für die Dichloressigsäure mit derjenigen der Trichloressigsäure verwechselt worden.

Tabelle 41. Inversionsgeschwindigkeit von ca. 500-litriger $= \frac{1}{500}$-normaler Salzsäure in wässeriger Lösung bei + 76°.

10 g Rohrzucker wurden mit der berechneten Menge verdünnter Salzsäure versetzt und auf 100 ccm mit Wasser aufgefüllt. Die Lösung war 499,5-litrig $= \frac{1}{499,5}$-normal.

Datum	Tageszeit	Zeit ϑ in Minuten nach Beginn des Versuchs	Temperatur des Thermostaten °C.	Ablenkungswinkel (Grade der Kreisskala)	Relative Konzentration des Rohrzuckers in der Lösung	Inversionskonstante $k = \frac{\log C_0 - \log C_\vartheta}{0,4343 \cdot \vartheta}$
1	2	3	4	5	6	7
11. 5. 05	8^{55} V.	0	+ 76,0°	+ 6,64	8,90	—
	$10^{25,5}$ „	90,5	+ 76,0°	+ 2,08	4,34	0,00 794
	$10^{56,5}$ „	121,5	+ 76,0°	+ 1,08	3,34	0,00 807
	$11^{27,2}$ „	152,2	+ 76,0°	+ 0,37	2,63	0,00 801
	11^{56} „	181	+ 76,0°	— 0,07	2,19	0,00 775

Berechnete Enddrehung — 2,26° Mittelwert k = **0,00 794**

Tabelle 42. Inversionsgeschwindigkeit von ca. 500-litriger $= \frac{1}{500}$-normaler Salzsäure in wässerig-alkoholischer Lösung bei ca. + 76°. Alkoholzusatz 5 Volumprozente.

10 g Rohrzucker wurden mit 5 ccm absolutem Alkohol und mit soviel verdünnter Salzsäure versetzt, daß nach dem Auffüllen mit Wasser auf 100 ccm eine 499,5-litrige $= \frac{1}{499,5}$-normale Salzsäure entstand.

Datum	Tageszeit	Zeit ϑ in Minuten nach Beginn des Versuchs	Temperatur des Thermostaten °C.	Ablenkungswinkel (Grade der Kreisskala)	Relative Konzentration des Rohrzuckers in der Lösung	Inversionskonstante $k = \frac{\log C_0 - \log C_\vartheta}{0,4343 \cdot \vartheta}$
1	2	3	4	5	6	7
8. 5. 05	11^{45} V.	0	+ 75,8°	+ 6,66	8,93	—
	1^{11} N.	86	+ 75,7°	+ 2,41	4,68	0,00 752
	$1^{33,5}$ „	108,5	+ 75,7°	+ 1,72	3,99	0,00 742
	1^{54} „	129	+ 75,7°	+ 1,17	3,44	0,00 739
	$2^{30,8}$ „	165,8	+ 75,7°	+ 0,46	2,73	0,00 715

Berechnete Enddrehung — 2,27° Mittelwert k = **0,00 737**

der Annahme berechtigt, daß der Alkoholzusatz die Inversionsgeschwindigkeit vermindert. Infolgedessen müssen wir für unsere Zwecke eine Lösung wählen, welche den gleichen Alkoholgehalt wie der Geisenheimer Wein besitzt [1]). Nach der auf Seite 224 mitgeteilten Analyse betrug dieser Alkoholgehalt 6,08 Gewichts- oder 7,66

[1]) Infolge der mit dem Auflösen des Rohrzuckers im Weine verbundenen Volumvermehrung (10 g Rohrzucker + 93,3 ccm Geisenheimer Wein geben 100 ccm Lösung) entspricht der Alkoholgehalt des Inversionsgemisches nicht genau dem des Geisenheimer Weines. Wie eine Rechnung gezeigt hat, ist es jedoch nicht erforderlich, eine Korrektur hierfür anzubringen.

Tabelle 43. Inversionsgeschwindigkeit von 500-litriger $= \frac{1}{500}$-normaler Salzsäure in wässerig-alkoholischer Lösung bei ca. + 76°. Alkoholzusatz 10 Volumprozente.

10 g Rohrzucker wurden mit 10 ccm absolutem Alkohol und so viel verdünnter Salzsäure versetzt, daß nach dem Auffüllen mit Wasser auf 100 ccm eine 500-litrige $= \frac{1}{500}$ - normale Salzsäure entstand.

Datum	Tageszeit	Zeit ϑ in Minuten nach Beginn des Versuchs	Temperatur des Thermostaten °C.	Ablenkungswinkel (Grade der Kreisskala)	Relative Konzentration des Rohrzuckers in der Lösung	Inversionskonstante $k = \frac{\log C_0 - \log C_\vartheta}{0{,}4343 \cdot \vartheta}$
1	2	3	4	5	6	7
6. 5. 05	12^{48} N.	0	+ 76,1°	+ 6,67	8,94	—
	1^{56} „	68	+ 76,1°	+ 3,21	5,48	0,00 719
	$2^{18,1}$ „	90,1	+ 76,1°	+ 2,31	4,58	0,00 742
	$2^{45,2}$ „	117,2	+ 76,0°	+ 1,48	3,75	0,00 741
	$3^{27,0}$ „	159,0	+ 76,1°	+ 0,51	2,78	0,00 735

Berechnete Enddrehung — 2,27° Mittelwert k = **0,00 739**

Tabelle 44. Inversionsgeschwindigkeit von ca. 500-litriger $= \frac{1}{500}$-normaler Salzsäure in wässerig-alkoholischer Lösung bei + 76°. Alkoholzusatz 10 Volumprozente.

10 g Rohrzucker wurden mit 10 ccm absolutem Alkohol und so viel verdünnter Salzsäure versetzt, daß nach dem Auffüllen mit Wasser auf 100 ccm eine 499,5-litrige $= \frac{1}{499{,}5}$ · normale Salzsäure entstand.

Datum	Tageszeit	Zeit ϑ in Minuten nach Beginn des Versuchs	Temperatur des Thermostaten °C.	Ablenkungswinkel (Grade der Kreisskala)	Relative Konzentration des Rohrzuckers in der Lösung	Inversionskonstante $k = \frac{\log C_0 - \log C_\vartheta}{0{,}4343 \cdot \vartheta}$
1	2	3	4	5	6	7
9. 5. 05	10^{10} V.	0	+ 76,0°	+ 6,64	8,90	—
	$11^{39,8}$ „	89,8	+ 76,0°	+ 2,30	4,56	0,00 745
	12^{21} N.	131,0	+ 76,0°	+ 1,03	3,29	0,00 760
	$12^{31,8}$ „	141,8	+ 76,0°	+ 0,94	3,20	0,00 722
	1^{10} „	180	+ 76,0°	+ 0,14	2,40	0,00 728

Berechnete Enddrehung — 2,26° Mittelwert k = **0,00 789**

Volumprozente. Da die Inversionskonstante einer 499,5-litrigen $= \frac{1}{499{,}5}$-normalen Salzsäure mit einem Gehalt von 5 Volumprozenten Alkohol bei + 76,0° 0,00757 und die einer gleich verdünnten Salzsäure mit einem Gehalte von 10 Volumprozenten Alkohol im Mittel 0,00736 beträgt, so können wir für einen Gehalt von 7,66 Volumprozenten Äthylalkohol die Inversionskonstante gleich dem arithmetischen Mittel =

Tabelle 45. Inversionsgeschwindigkeit von ca. 500-litriger $= \frac{1}{500}$-normaler Salzsäure in wässerig-alkoholischer Lösung bei $+ 76^0$. Alkoholzusatz 20 Volumprozente.

10 g Rohrzucker wurden mit 20 ccm absolutem Alkohol und so viel verdünnter Salzsäure versetzt, daß nach dem Auffüllen mit Wasser auf 100 ccm eine 499,5-litrige $= \frac{1}{499,5}$ - normale Salzsäure entstand.

Datum	Tageszeit	Zeit ϑ in Minuten nach Beginn des Versuchs	Temperatur des Thermostaten °C.	Ablenkungswinkel (Grade der Kreisskala)	Relative Konzentration des Rohrzuckers in der Lösung	Inversionskonstante $k = \frac{\log C_0 - \log C_\vartheta}{0,4343 \cdot \vartheta}$
1	2	3	4	5	6	7
12. 5. 05	10^{00} V.	0	+ 76,0°	+ 6,65	8,91	—
	$11^{33,5}$ „	93,5	+ 76,0°	+ 2,49	4,75	0,00 673
	$12^{1,5}$ N.	121,5	+ 76,0°	+ 1,61	3,87	0,00 686
	12^{30} „	150	+ 76,0°	+ 1,04	3,30	0,00 662
	12^{52} „	172	+ 76,0°	+ 0,57	2,83	0,00 667

Berechnete Enddrehung — 2,26° Mittelwert k = **0,00 672**

Tabelle 46. Übersicht über die in den Tabellen 40 bis 45 enthaltenen Versuche zur Bestimmung des Einflusses eines steigenden Äthylalkoholzusatzes auf die Zuckerinversionsgeschwindigkeit von ungefähr 500-litriger $= \frac{1}{500}$-normaler wässeriger Salzsäure bei $+ 76,0^0$.

Nummer der Tabelle, in welcher der Versuch enthalten ist	Konzentration des Alkohols in Volumprozenten der Lösung	Mittlere Versuchstemperatur °C.	Mittelwert der Inversionskonstanten	Mittelwert der Inversionskonstanten nach Reduktion auf + 76,0°	Zahl der Millimol Wasserstoff-Ionen (H-Ionen), welche in 1 Liter Lösung enthalten sind	Für eine Lösung, welche 1 Millimol Wasserstoff-Ionen (H-Ionen) in 1 Liter enthält, würde die Inversionskonstante bei + 76,0° betragen
1	2	3	4	5	6	7
40	0	+ 76,8°	0,00 801	0,00 779	1,98	0,00 393 }
41	0	+ 76,0°	0,00 794	0,00 794	1,98	0,00 401 }
42	5	+ 75,7°	0,00 737	0,00 757	1,98	0,00 382
43	10	+ 76,1°	0,00 739	0,00 732	1,98	0,00 370 }
44	10	+ 76,0°	0,00 739	0,00 739	1,98	0,00 373 }
45	20	+ 76,0°	0,00 672	0,00 672	1,98	0,00 339

Bei der Annahme vollkommener Dissoziation wird der Wert in Spalte 6 = 2,00 und die Inversionskonstanten in Spalte 7 betragen die Hälfte der Werte in Spalte 5.

0,00747 setzen. Um die Berechnung übersichtlicher zu gestalten, findet sich ferner in Spalte 6 der Tabelle 46 die Konzentration der Wasserstoffionen in der Lösung angegeben und in Spalte 7 die Inversionskonstante, welche einer Lösung zukommen würde, die in 1 Liter 1 Millimol Wasserstoffionen enthielte. Die Konzentration der

Wasserstoffionen wurde auf Grund des von F. Kohlrausch [1]) bei $+18^0$ gefundenen Wertes für die elektrische Leitfähigkeit einer 500-litrigen $= \frac{1}{500}$-normalen Salzsäure in wässeriger Lösung berechnet, welcher 376 betrug. Da sich die elektrische Leitfähigkeit der Salzsäure bei unendlicher Verdünnung additiv aus der Wanderungsgeschwindigkeit des Wasserstoffions = 318 und derjenigen des Chlorions = 66 zusammensetzt, und demnach den Wert 384 besitzt, so beträgt nach den im theoretischen Teile dieser Abhandlung gegebenen Darlegungen der elektrolytische Dissoziationsgrad einer 500-litrigen $= \frac{1}{500}$-normalen wässerigen Salzsäure bei $+18^0$ und, wie wir annehmen können, auch bei $+76^0$ $\frac{376}{384} = 0{,}98$ oder 98 %. In einem Liter derselben sind infolgedessen $\frac{1000 \cdot 0{,}98}{500} = 1{,}96$ Millimol Wasserstoffionen enthalten. Nun hatten wir für die Inversionskonstante einer 500-litrigen $= \frac{1}{500}$-normalen Salzsäure, deren Alkoholgehalt demjenigen des Weines entsprach, den Wert 0,00747 gefunden; die Inversionskonstante einer Lösung, welche 1 Millimol Wasserstoffionen im Liter enthält, würde demnach sein $\frac{0{,}00747}{1{,}96} = 0{,}00381$. Da ferner die Inversionskonstante des Geisenheimer Weines bei $+76{,}0^0$ zu 0,00476 gefunden wurde, so sind in 1 Liter dieses Weines $\frac{0{,}00476}{0{,}00381} = 1{,}25$ Millimol Wasserstoffionen enthalten.

In neuerer Zeit ist mehrfach darauf hingewiesen worden, daß die von F. Kohlrausch zu 318 angenommene Wanderungsgeschwindigkeit des Wasserstoffions zu groß sei. In dem mehrfach zitierten Hand- und Hilfsbuch von W. Ostwald und R. Luther wird diese Größe zu 314 angegeben, während K. Drucker [2]) die Zahl 312 für den wahrscheinlichsten Wert hält. Legen wir die Zahl 314 der Berechnung zugrunde, so ergibt sich die Konzentration der Wasserstoffionen in 1 Liter 500-litriger $= \frac{1}{500}$-normaler Salzsäure zu 1,98 Millimol und in 1 Liter Geisenheimer Wein (1902) zu 1,26 Millimol; unter Zugrundelegung des Wertes 312 erhöhen sich diese Wasserstoffionen-Konzentrationen auf 1,99 und 1,27 Millimol.

Auf Grund vorstehender Berechnungen haben wir demnach die Wasserstoffionen-Konzentration des Geisenheimer Weines (1902) zu 1,25 bis 1,27 Millimol in 1 Liter anzunehmen.

Es kann befremdlich erscheinen, daß wir bei diesen Berechnungen die Wärmeausdehnung der Flüssigkeiten, die beim Erwärmen von Zimmertemperatur auf $+76^0$ nicht unbeträchtlich ist, nicht berücksichtigt haben. Diese Korrektur erwies sich

---

[1]) F. Kohlrausch und L. Holborn, Das Leitvermögen der Elektrolyte, Leipzig, W. Engelmann, 1898, Seiten 160 und 200.

[2]) Messungen und Berechnungen von Gleichgewichten stark dissoziierter Säuren. Zeitschrift für physikalische Chemie **49**, 563 (1904). Vergl. auch Noyes und Sammet, Zeitschrift für physikalische Chemie **48**, 49 (1903).



deshalb als unnötig, weil die mit dem Wein und die mit der Vergleichsflüssigkeit hergestellten Zuckerlösungen nahezu den gleichen Ausdehnungskoeffizienten besitzen. Da der Salzsäure- und Wasserstoffionengehalt der Vergleichslösung bei Zimmertemperatur (+ 18°) ermittelt wurde, bezieht sich auch der für den Wein berechnete Säuregrad auf das Volum bei Zimmertemperatur.

14. **Berechnung des Säuregrades des Weines aus der bei + 25° ausgeführten Zuckerinversion.** Da es wünschenswert war, zur Berechnung der Wasserstoffionen-Konzentration des Weines auch eine organische Säure heranzuziehen, führten wir in diesem Falle einen Vergleichsversuch mit Weinsäure aus. Wie aus den Aufzeichnungen in Tabelle 20 hervorgeht, dauerte der mit Wein bei + 25° angestellte Inversionsversuch 6 Tage und trotzdem betrug die Abnahme der optischen Drehung nur wenige Grade, sodaß ein Ablesungsfehler von einigen Hundertstelgraden schon einen erheblichen Einfluß auf die Inversionskonstante ausüben mußte. Infolgedessen ist dem Ergebnis der folgenden Berechnung nicht die gleiche Wahrscheinlichkeit beizumessen, wie dem der vorhergehenden.

Mit Rücksicht auf die bei + 25° sehr langsam verlaufende Zuckerinversion wurde der Säuregrad der Vergleichslösung etwas größer gewählt, als der zu erwartenden Wasserstoffionen-Konzentration des Weines entsprach. Die mit einer 12-litrigen $= \frac{1}{6}$-normalen wässerigen Weinsäurelösung angestellte Versuchsreihe ist in Tabelle 47 enthalten. Die tägliche Abnahme des Polarisationswinkels betrug etwas über zwei Zuckerskalengrade, sodaß die Ablesungen wesentlich genauer gemacht werden konnten, als bei dem mit Wein angestellten Versuch, und die für die einzelnen Ablesungen berechneten Inversionskonstanten vorzüglich miteinander übereinstimmen. Eine dem Gehalt des Weines entsprechende Menge Äthylalkohol wurde in diesem Falle der Vergleichsflüssigkeit nicht zugesetzt, um die Berechnung der Wasserstoffionen-Konzen-

Tabelle 47. Inversionsgeschwindigkeit von 12-litriger $= \frac{1}{6}$-normaler wässeriger Weinsäurelösung bei + 25°.

10 g Rohrzucker wurden mit Weinsäurelösung zu 100 ccm aufgefüllt. Die Lösung war 12-litrig $= \frac{1}{6}$-normal.

Datum	Tageszeit	Zeit ϑ in Minuten nach Beginn des Versuchs	Temperatur des Thermostaten °C.	Ablenkungswinkel (Grade der Zuckerskala)	Relative Konzentration des Rohrzuckers in der Lösung	Inversionskonstante $k = \frac{\log C_0 - \log C_\vartheta}{0{,}4343 \cdot \vartheta}$
1	2	3	4	5	6	7
7. 1. 04	10^{17} V.	0	+ 24,96°	+ 19,6	25,6	—
8. 1. 04	9^{42} „	1405	+ 24,94°	+ 17,4	23,4	0,0 000 639
9. 1. 04	3^{15} N.	3178	+ 25,00°	+ 14,9	20,9	0,0 000 639
11. 1. 04	2^{55} „	6038	+ 24,97°	+ 11,4	17,4	0,0 000 639

Berechnete Enddrehung: — 6,0° Mittelwert: k = **0,0 000 639**

12-litrige Weinsäurelösung besitzt im 1-dm-Rohr eine Rechtsdrehung von + 0,5° (Zuckergrade).

tration nicht mit Fehlern zu behaften. Während die elektrolytische Dissoziation sehr verdünnter Salzsäure durch einen Alkoholzusatz von ungefähr 7,5 Volumprozenten sehr wahrscheinlich nicht merklich beeinflußt wird, findet bei schwächeren organischen Säuren eine Verminderung des Dissoziationsgrades statt. Nach elektrischen Leitfähigkeitsversuchen von A. J. Wakemann [1]) wird die Affinitätskonstante der Essigsäure, welche in wässeriger Lösung 0,0000180 beträgt, durch Zusatz von 10 Volumprozenten Äthylalkohol auf 0,0000114 und demgemäß die Wasserstoffionen-Konzentration in 1 Liter Lösung von 1,21 Millimol auf 0,97 Millimol oder um ungefähr 20 % ihres Wertes herabgesetzt. Da für die Weinsäure in dieser Beziehung keine Messungen vorliegen, und der Einfluß eines Alkoholzusatzes von ungefähr 7,5 Volumprozenten auf die Zuckerinversionskonstante nicht groß ist — bei der Inversion mit 500-litriger $= \frac{1}{500}$-normaler Salzsäure betrug die Verminderung der Konstanten ungefähr 5 Prozent — so sahen wir in diesem Falle von einem Alkoholzusatz zur Weinsäurelösung ganz ab. Die Wasserstoffionen-Konzentration in 1 Liter 12-litriger $= \frac{1}{6}$-normaler wässeriger Weinsäurelösung beträgt nach der auf Seite 213 ausgeführten Berechnung 8,5 Millimol. Diesen 8,5 Millimol Wasserstoffionen entspricht laut Tabelle 47 bei $+ 25^0$ die Inversionskonstante 0,0000639; letztere würde demnach für 1 Millimol Wasserstoffionen $\frac{0,0000639}{8,5} = 0,0000075$ betragen. Da die Inversionskonstante des Geisenheimer Weines (1902) zu 0,000010 gefunden wurde, sind in 1 Liter desselben $\frac{0,000010}{0,0000075} = 1,33$ Millimol Wasserstoffionen enthalten. Unter Berücksichtigung der mehrfach erwähnten Fehlerquelle stimmt dieser Wert sehr befriedigend mit dem aus der bei $+ 76^0$ ermittelten Inversionskonstante berechneten Werte 1,25 bis 1,27 überein.

15. Berechnung des Säuregrades des Weines aus der bei $+ 76^0$ ausgeführten Katalyse des Essigsäure-Äthylesters. Aus den beiden mit Geisenheimer Wein (1902) bei $+ 76,2^0$ bis $76,3^0$ angestellten Versuchen, deren Einzelheiten aus den Tabellen 33 und 34 zu ersehen sind, ergaben sich die Verseifungskonstanten 0,00054 und 0,00050, deren Mittelwert 0,00052 beträgt. Es wurde ein Vergleichsversuch mit ungefähr 100-litriger $= \frac{1}{100}$-normaler Salzsäure unter Zusatz von 7,66 Volumprozenten Äthylalkohol angestellt, dessen Ergebnis in Tabelle 48 verzeichnet ist. Da die Temperatur dieses Versuches $+ 76,3^0$ betrug und nur unwesentlich von derjenigen jener beiden Versuche abwich, können die Konstanten direkt miteinander verglichen werden. Die Konzentration der Wasserstoffionen in der Salzsäurelösung wurde nach den Untersuchungen von Hausrath [2]) aus der Gefrierpunktserniedrigung und elektrischen Leitfähigkeit entsprechend verdünnter wässeriger Salzsäurelösungen berechnet. Er fand, daß eine 0,013495-normale Salzsäure in 1 Liter

[1]) Zeitschrift für physikalische Chemie **11**, 58 (1893).

[2]) Inaug.-Dissertation Göttingen 1901. Die Versuche sind von Hans Jahn mitgeteilt in der Zeitschrift für physikalische Chemie **37**, 492 (1901).

Tabelle 48. Katalyse von Essigsäure-Äthylester durch ca. 100-litrige = $\frac{1}{100}$-normale Salzsäure in wässerig-alkoholischer Lösung bei ca. + 76°.

250 ccm Salzsäure (102,3-litrig = $\frac{1}{102,3}$-normal), die in 100 ccm 6,08 g absoluten Alkohol enthielt, wurde mit 10 ccm Essigsäure-Äthylester vermischt. Nach der Vermischung war die Salzsäure 103,5-litrig. Von Zeit zu Zeit wurden 10 ccm des Reaktionsgemisches mit $\frac{n}{10}$-Barytwasser titriert. (Indikator: Phenolphthaleïn.)

Datum	Tageszeit	Zeit ϑ in Minuten, die nach dem Einbringen in den Thermostaten verflossen waren	Temperatur des Thermostaten °C.	Zur Titration von 10 ccm des Reaktionsgemisches wurden verbraucht ccm $\frac{n}{10}$-Barytwasser	Relative Konzentration des verseifbaren Esters	Inversionskonstante $k = \frac{\log C_0 - \log C_\vartheta}{0{,}4343 \cdot \vartheta}$
1	2	3	4	5	6	7
27. 5. 05	9⁴⁰ V.	0	+ 76,3°	1,05	34,39	—
27. 5. 05	11³⁹·⁵ „	119,5	+ 76,3°	13,46	21,98	0,00 375
27. 5. 05	1⁸·⁸ N.	208,8	+ 76,3°	19,94	15,50	0,00 382
27. 5. 05	1⁴⁹·¹ „	249,1	+ 76,3°	22,26	13,88	0,00 379
27. 5. 05	2²⁰ „	280	+ 76,3°	23,81	11,63	0,00 387
27. 5. 05	3¹²·⁸ „	332,8	+ 76,3°	26,26	9,18	0,00 397
28. 5. 05	8¹⁵ V.	1355	+ 76,4°	35,38	0,06	—
28. 5. 05	12⁰⁰ „	1580	+ 76,4°	35,42	0,02	—
29. 5. 05	8²⁶ „	2806	+ 76,4°	35,44	0	—
29. 5. 05	9⁴⁵ „	2885	+ 76,4°	35,44	—	—

Mittelwert: k = 0,00 384

Als Endtiter ist der Wert 35,44 der Rechnung zugrunde gelegt worden.

auf Grund der Gefrierpunktserniedrigung 12,96 Millimol und nach der Leitfähigkeitsmethode ebenfalls 12,96 Millimol Wasserstoffionen enthält. Für eine 0,006954-normale Salzsäure fand er die entsprechenden Werte zu 6,77 und 6,734 Millimol. Hieraus ergibt sich der elektrolytische Dissoziationsgrad der Salzsäure:

für die Konzentration	aus der Gefrierpunktserniedrigung	aus der elektrischen Leitfähigkeit
0,013495-normal	zu 96,0 %	zu 96,0 %
0,006954 „	„ 97,4 „	„ 96,8 „

Auf Grund dieser Zahlen findet man durch Interpolation, daß eine 0,01-normale oder 100-litrige Salzsäure zu 96,75 bezw. 96,48, im Mittel zu 96,6 Prozent dissoziiert ist. Da die zum Vergleichsversuch benutzte Salzsäure 103,5 litrig war, so enthielt 1 Liter $\frac{1000 \cdot 96{,}6}{103{,}5 \cdot 100} = 9{,}34$ Millimol Wasserstoffionen, und da ferner die Verseifungskonstante 0,00384 betrug, so entspricht der Konzentration von 1 Millimol Wasserstoffionen die Konstante 0,000411. Die Wasserstoffionen-Konzentration des Geisenheimer Weines (1902), dessen Verseifungskonstante im Mittel zu 0,00052 gefunden wurde, beträgt demnach $\frac{0{,}00052}{0{,}000411} = 1{,}27$ Millimol im Liter.

16. **Berechnung des Säuregrades des Weines aus der bei + 25° ausgeführten Katalyse des Essigsäure-Methylesters.** Die Ergebnisse der bei + 25° mit Geisenheimer Wein (1902) ausgeführten Katalyse des Essigsäure-Methylesters sind in derselben Weise zu beurteilen, wie diejenigen der Inversionsversuche bei der gleichen Temperatur. Infolge des außerordentlich langsamen Reaktionsverlaufes und der unvermeidlichen Fehler, welche der Titration nach der Tüpfelmethode anhaften, beanspruchen sie nur eine bedingte Genauigkeit. Dieses geht auch schon aus dem Unterschied der berechneten Verseifungskonstanten 0,00000850 (Tabelle 35) und 0,00000939 (Tabelle 36) hervor. Als Vergleichsflüssigkeit wurde von uns eine 16,1-litrige = $\frac{1}{8,05}$-normale Weinsäurelösung benutzt, und zwar führten wir einmal die Katalyse mit Essigsäure-Methylester in wässeriger Lösung, das andere Mal nach Zusatz von 7,66 Volumprozenten Äthylalkohol aus, um den Einfluß des im Wein enthaltenen Äthylalkohols zu kompensieren. Die beiden Versuche sind in den Tabellen 49 und 50 verzeichnet. Es mag befremdlich erscheinen, daß die Verseifungskonstanten

Tabelle 49. Katalyse von Essigsäure-Methylester durch ca. 16-litrige = $\frac{1}{8}$-normale wässerige Weinsäurelösung bei + 25°.

100 ccm 15,92-litriger = $\frac{1}{7,96}$-normaler wässeriger Weinsäurelösung wurden mit 4 ccm Essigsäure-Methylester vermischt. Nach der Vermischung war die Weinsäure 16,1-litrig. Von Zeit zu Zeit wurden 2 ccm des Gemisches entnommen und nach Hinzufügen von 10 ccm destilliertem Wasser mit $\frac{n}{10}$-Barytwasser titriert.

Datum	Tageszeit	Zeit ϑ in Minuten, die nach dem Hinzufügen des Esters zur Säurelösung verstrichen ist	Temperatur des Thermostaten °C.	Zur Titration von 2 ccm des Reaktionsgemisches wurden verbraucht	Relative Konzentration des verseifbaren Esters	Verseifungskonstante $k = \frac{\log C_0 - \log C_\vartheta}{0,4343 \cdot \vartheta}$
1	2	3	4	5	6	7
27. 5. 05	9^{25} V.	0	+ 24,98°	2,48	8,68	—
27. 5. 05	9^{52} „	27	+ 24,97°	2,50	8,66	—
27. 5. 05	10^{49} „	84	+ 24,98°	2,55	8,61	—
27. 5. 05	12^{14} N.	169	+ 24,98°	2,57	8,59	—
27. 5. 05	2^{52} „	327	+ 24,98°	2,68	8,48	—
28. 5. 05	9^{43} V.	1458	+ 24,99°	3,12	8,04	0,000 052
29. 5. 05	9^{13} „	2868	+ 24,99°	3,61	7,55	0,000 049
30. 5. 05	10^{05} „	4360	+ 24,99°	4,16	7,00	0,000 050
3. 6. 05	10^{05} „	10120	+ 24,98°	5,86	5,30	0,000 049
6. 6. 05	10^{39} „	14474	+ 25,10°	6,92	4,24	0,000 049

Mittelwert: k = **0,000 050**

k ist berechnet unter Zugrundelegung des Wertes 11,16 ccm $\frac{n}{10}$-Barytwasser als Endzustand. Als Endzustand wurde derselbe Wert angenommen, welcher bei der Versuchsreihe auf Tabelle 15 für $\frac{1}{2}$-normale wässerige Salzsäure experimentell bestimmt wurde.

Tabelle 50. Katalyse von Essigsäure-Methylester durch ca. 16-litrige $= \frac{1}{8}$-normale wässerig-alkoholische Weinsäurelösung bei $+25^{0}$.

100 ccm 15,92-litriger $= \frac{1}{7{,}96}$-normaler wässeriger Weinsäurelösung, die 6,08 g absoluten Äthylalkohol enthielten, wurden mit 4 ccm Essigsäure-Methylester vermischt. Nach der Vermischung war die Weinsäure 16,1-litrig. Von Zeit zu Zeit wurden 2 ccm des Gemisches entnommen und nach Hinzufügen von 10 ccm destilliertem Wasser mit $\frac{n}{10}$-Barytwasser titriert.

Datum	Tageszeit	Zeit ϑ in Minuten, die nach dem Hinzufügen des Esters zur Säurelösung verstrichen ist	Temperatur des Thermostaten °C.	Zur Titration von 2 ccm des Reaktionsgemisches wurden verbraucht ccm $\frac{n}{10}$-Barytwasser	Relative Konzentration des verseifbaren Esters	Verseifungskonstante $k = \frac{\log C_0 - \log C_\vartheta}{0{,}4343 \cdot \vartheta}$
1	2	3	4	5	6	7
27. 5. 05	9^{43} V.	0	+ 24,98°	2,48	7,96	—
27. 5. 05	10^{58} „	75	+ 24,98°	2,52	7,92	—
27. 5. 05	12^{22} N.	159	+ 24,98°	2,52	7,92	—
27. 5. 05	3^{12} „	329	+ 24,98°	2,60	7,84	0,000 046
28. 5. 05	10^{01} V.	1 458	+ 24,99°	3,03	7,41	0,000 049
29. 5. 05	9^{35} „	2 872	+ 24,99°	3,50	6,94	0,000 048
30. 5. 05	10^{29} „	4 366	+ 24,99°	3,99	6,45	0,000 048
3. 6. 05	10^{17} „	10 114	+ 24,98°	5,50	4,94	0,000 047
6. 6. 05	10^{50} „	14 467	+ 25,10°	6,46	3,98	0,000 048

Mittelwert: k = **0,000 048**

k ist berechnet unter Zugrundelegung des Wertes 10,44 ccm $\frac{n}{10}$-Barytwasser als Endzustand. Als Endzustand wurde derselbe Wert angenommen, welcher bei der Versuchsreihe auf Tabelle 37 für $\frac{1}{2}$-normale alkoholisch-wässerige Salzsäure experimentell bestimmt wurde.

dieser beiden Versuche, 0,000050 und 0,000048, so nahe beieinander liegen, und diejenige der rein wässerigen Lösung sogar noch etwas größer ist, als die der alkoholhaltigen, obwohl nach den in den Tabellen 15, 37 und 38 verzeichneten Versuchen der Alkoholgehalt die Verseifungskonstante etwas erhöht. Die Ursache dieser Erscheinung ist sehr wahrscheinlich darauf zurückzuführen, daß durch den Alkoholzusatz die Dissoziation der Weinsäure und damit die Konzentration der katalysierenden Wasserstoffionen etwas vermindert wird. Die dadurch bedingte Herabsetzung der Verseifungskonstanten wird durch die erhöhende Wirkung des Alkoholzusatzes nahezu wieder ausgeglichen. Da wir den Einfluß des Alkoholzusatzes auf die Dissoziation der Weinsäure nicht kennen, ist es zweckmäßig, für die Berechnung die Verseifungskonstante der rein wässerigen Lösung zu benutzen. Die Konzentration der Wasserstoffionen in 1 Liter einer 16,1-litrigen $= \frac{1}{8{,}05}$-normalen wässerigen Weinsäurelösung beträgt nach einer Berechnung, die der für eine 12-litrige Lösung bereits vorgenommenen analog ist, 7,3 Millimol. Die Verseifungskonstante für 1 Millimol Wasserstoff-

ionen würde demnach $\frac{0,000050}{7,3} = 0,0000069$, und die Konzentration der Wasserstoffionen in 1 Liter Geisenheimer Wein (1902) auf Grund der Verseifungskonstanten 0,00000850 1,23 und für die Konstante 0,00000939 1,36, im Mittel also 1,30 Millimol betragen. Diese Zahlen sind wahrscheinlich etwas zu groß, weil bei ihrer Berechnung der Einfluß des Alkohols auf die Verseifungskonstante nicht berücksichtigt werden konnte.

17. Die Ergebnisse der Berechnungen des Säuregrades (der Wasserstoffionen-Konzentration) des Weines. Auf Grund der vorstehenden Berechnungen beträgt die Konzentration der Wasserstoffionen in 1 Liter Geisenheimer Wein (1902):

	Nach der Methode der Rohrzuckerinversion	Nach der Methode der Essigsäureesterkatalyse
Nach den bei + 76° ausgeführten Versuchen	1,25 bis 1,27 Millimol	1,27 Millimol
Nach den bei + 25° ausgeführten Versuchen	1,33 „	1,30 „

Die Ergebnisse der bei + 76° ausgeführten Versuche, die nach zwei voneinander vollständig unabhängigen Methoden gewonnen wurden, stimmen vorzüglich untereinander überein [1]). Darnach würde der Wein bei dieser Temperatur ungefähr einen Säuregrad besitzen, welcher demjenigen einer 130-litrigen $= \frac{1}{130}$-normalen Salzsäure bei Zimmertemperatur entspricht.

Wie schon wiederholt bemerkt wurde, ist den bei + 76° ausgeführten Versuchen eine größere Genauigkeit zuzuschreiben, als den bei + 25° ausgeführten, welche wegen des außerordentlich langsamen, sich über einen Zeitraum von vielen Tagen erstreckenden Reaktionsverlaufes und der damit verbundenen Versuchsfehler mehr zum Zweck einer allgemeinen Information ausgeführt wurden. In Anbetracht dieses Umstandes stimmen die Zahlen 1,33 und 1,30 sehr gut untereinander überein. Wegen der im Wein beim Erwärmen auf + 76° wahrscheinlich eintretenden Verschiebungen der den Säuregrad bedingenden Gleichgewichte darf man nicht erwarten, daß die bei + 76° gefundene Wasserstoffionen-Konzentration mit der bei Zimmertemperatur beobachteten übereinstimmt. Die Tatsache, daß die Konzentrationen 1,25, 1,27, 1,33 und 1,30 Millimol so nahe beieinander liegen, beweist, soweit man aus den beiden letztgenannten Zahlen Schlüsse ziehen darf, daß die Verschiebung jener Gleichgewichte nicht sehr erheblich ist. Wir sind infolgedessen umsomehr berechtigt, die Ergebnisse der bei + 76° ausgeführten Bestimmungen auf das Verhalten des Weines bei Zimmertemperatur zu übertragen. Aber wenn es sich auch auf Grund weiterer eingehender Versuche herausstellen sollte, daß die Wasserstoffionen-Konzentration des Weines bei Zimmertemperatur noch etwas größer ist, als oben gefunden wurde, so

[1]) Hierbei konnte die voneinander etwas abweichende Volumvermehrung, welche der Wein durch das Auflösen des Rohrzuckers und des Essigsäureesters erleidet, unberücksichtigt bleiben, weil der Säuregrad des Weines bei den hier in Betracht kommenden Verdünnungen gleichbleibt, wie in einer späteren Abhandlung durch Versuche bewiesen werden wird.

würde dies die Brauchbarkeit der Methode, den Säuregrad bei + 76° mittels der Rohrzuckerinversion zu bestimmen, nicht beeinträchtigen. Der Umstand, daß der Wein stunden-, ja tagelang auf + 76° erhitzt werden konnte (bei den in den Tabellen 33 und 34 beschriebenen Versuchen wurde der Wein über eine Woche lang auf dieser Temperatur gehalten), ohne diesen Säuregrad merklich zu ändern, spricht ferner dafür, daß der Wein sich bei + 76° in einem stabilen Gleichgewicht befindet.

III. Schlußsätze.

1. Die bisherigen Methoden zur Bestimmung der „freien Säure" im Wein sind für deren Charakterisierung unzureichend.

2. Die titrimetrische Bestimmung gibt wohl Aufschluß über die Menge der „freien Säure" des Weines, nicht aber über seinen Säuregrad.

3. Der Säuregrad des Weines ist identisch mit der Konzentration der darin enthaltenen Wasserstoffionen (H-Ionen).

4. Der Säuregrad des Weines läßt sich einwandfrei nur nach einem Verfahren bestimmen, durch welches das chemische Gleichgewicht im Wein nicht verändert wird.

5. Die Rohrzuckerinversion und die Essigesterkatalyse ermöglichen die Bestimmung der Wasserstoffionen-Konzentration des Weines ohne störende Veränderung seines chemischen Gleichgewichtes.

6. Die Werte für den nach der Methode der Rohrzuckerinversion ermittelten Säuregrad des Weines stimmten mit den durch Essigesterkatalyse gefundenen Werten befriedigend überein.

7. Durch das Erwärmen des Weines auf + 76° wurde dessen Säuregrad nur unwesentlich erniedrigt. Der Umstand, daß der Säuregrad auch bei tagelangem Erwärmen auf + 76° gleichblieb, läßt darauf schließen, daß das bei dieser Temperatur bestehende chemische Gleichgewicht stabil ist.

8. Die von uns ausgearbeitete Methode, den Säuregrad des Weines durch Rohrzuckerinversion bei + 76° zu bestimmen, empfiehlt sich besonders wegen ihrer leichten Ausführbarkeit und kurzen Zeitdauer.

Vorstehende Untersuchungen wurden im chemischen Laboratorium des Kaiserlichen Gesundheitsamtes ausgeführt. Wir wurden dabei vom wissenschaftlichen Hilfsarbeiter Herrn Dr. Borries auf das beste unterstützt, wofür wir ihm auch an dieser Stelle unseren verbindlichsten Dank aussprechen.

Zur Kenntnis der Kupfer-Zinklegierungen.

Auf Grund von gemeinsam

mit Dr. P. Mauz und Dr. A. Siemens ausgeführten Versuchen mitgeteilt von

Dr. **Otto Sackur,**

früherem Hilfsarbeiter im Kaiserlichen Gesundheitsamte.

Inhalt:

1. Einleitung.

Bei der Untersuchung der Blei-Zinnlegierungen hatte sich, wie ich in einer Reihe von Abhandlungen gezeigt habe[1]), ergeben, daß diese Metalle keine chemische Verbindung, sondern feste Lösungen von begrenzter Löslichkeit miteinander bilden. Zu diesem Ergebnis hatten in Übereinstimmung mit älteren Schmelzpunktsbestimmungen folgende zwei Methoden geführt:

1. Die Untersuchung der Angreifbarkeit der Legierungen durch Säuren; diese hatte sich als eine stetige Funktion des Bleigehaltes der Legierung erwiesen.

2. Die Bestimmung des Lösungsdruckes der Legierungen auf chemischem Wege durch Ausfällung von Blei und Zinn aus ihren Salzlösungen durch Legierungen und Untersuchung des Gleichgewichtszustandes, bis zu dem diese führte.

Diese beiden Methoden sind einer allgemeinen Anwendung auch auf die Legierungen anderer Metalle fähig und können stets zur Bestimmung von deren Konstitution benutzt werden. Für die erstere, die Bestimmung der Angreifbarkeit, ist dies ohne weiteres einleuchtend. Die Angreifbarkeit einer Legierung ist eine stetige Funktion ihrer Zusammensetzung, wenn die Legierung aus einer physikalischen Mischung oder aus festen Lösungen der einzelnen Metalle besteht, während im Falle der Existenz einer chemischen Verbindung die Angreifbarkeit ebenso wie andere Eigenschaften der Legierung an gewissen Punkten eine sprunghafte Änderung erleiden wird.

Der zweite Weg, die Bestimmung des Lösungsdruckes auf chemischem Wege, scheint jedoch nur bei solchen Metallen möglich zu sein, deren Lösungsdrucke so nahe gleich sind, daß ihre gegenseitige Ausfällung bei endlichen Konzentrationen, wie bei Blei und Zinn, Halt macht. Ist dies jedoch nicht der Fall, wie z. B. bei Kupfer und Zink, so kann auch eine relativ große Änderung der Lösungstension des

---

[1]) Arbeiten a. d. Kaiserlichen Gesundheitsamte XX, 512; XXII, 187, 205 (1904).

Zinks durch Legierung mit Kupfer auf diese Weise nicht wahrgenommen werden, weil trotzdem die Ausfällung des um so viel edleren Kupfers noch praktisch vollständig sein könnte.

Man gelangt jedoch auch in diesem Falle unter Umständen durch Fällungsversuche zu einer wenigstens angenäherten Bestimmung der Lösungstension und somit der Konstitution der Legierungen durch Anwendung eines Kunstgriffes, nämlich der Wahl solcher Salzlösungen, in denen die die Legierung bildenden Metalle einander in der Spannungsreihe näher gerückt zu sein scheinen.

Bedeutet C_1 die Lösungstension des Metalles Me_1,
c_1 seine Ionenkonzentration in der Lösung,
n_1 seine Wertigkeit,
R die Gaskonstante,
T die absolute Temperatur,
ε die Faradaysche Konstante (= 96540 Coulombs),

so besteht nach der Nernstschen Theorie[1]) zwischen den beiden Metallen Me_1 und Me_2 in einer gemeinsamen Lösung ihrer Salze die Potentialdifferenz

$$\pi = \frac{RT}{\varepsilon} \ln \left(\sqrt[n_1]{\frac{c_1}{C_1}} \cdot \sqrt[n_2]{\frac{C_2}{c_2}} \right).$$

Bei gleichwertigen Metallen wird diese Formel vereinfacht zu

$$\pi = \frac{RT}{n\varepsilon} \ln \frac{C_2}{C_1} \cdot \frac{c_1}{c_2}$$

Sind die Ionenkonzentrationen gleich, d. h. ihr Verhältnis $\frac{c_1}{c_2} = 1$, so ist diese Potentialdifferenz nur von dem Verhältnis der Lösungstensionen $\frac{C_2}{C_1}$ abhängig. Sie ist positiv, wenn $C_2 > C_1$, d. h. Me_2 unedler als Me_1, ist; in diesem Falle wird Me_1 aus seinen Salzlösungen durch Me_2 ausgefällt. Ist dagegen das Ionenverhältnis $\frac{c_1}{c_2} < 1$, so ist die elektromotorische Kraft π geringer, als dem Verhältnis der Lösungsdrucke entspricht, und die Metalle scheinen sich in der Spannungsreihe näher gerückt zu sein. Dies ist der Fall bei den sog. anomalen Spannungen, die z. B. von Hittorf[2]) eingehend untersucht wurden. Durch sehr starke Verminderung von c_1, der Ionenkonzentration des edleren Metalles, gelingt es unter Umständen π gleich Null zu machen oder sein Vorzeichen sogar in das entgegengesetzte zu verwandeln. In solchen Lösungen wird dann das unedlere Metall Me_2 durch das edlere Me_1 ausgefällt (z. B. Zink durch Kadmium in Cyankaliumlösung).

Zu einer merklichen Verminderung des π-Wertes ist eine sehr starke Verkleinerung des Ionenverhältnisses $\frac{c_1}{c_2}$ — und zwar um viele Zehnerpotenzen — notwendig, da dieses nur im Logarithmus für den Potentialwert maßgebend ist. Hierzu ist daher eine einfache Verdünnung des Salzes von Me_1 nicht ausreichend, sondern

[1]) Vergl. diese Arbeiten XX, 540.

[2]) Zeitschr. f. physik. Chem. **10**, 593 (1892) und Ostwald, Lehrb. d. allgem. Chemie 2. Aufl. II, 876.

man muß sich eines Mittels bedienen, welches die Ionen von Me_1 in weitgehendstem Maße wegfängt. Hierzu können Zusätze verwendet werden, die mit den Ionen des edleren Metalles entweder sehr beständige Komplexe oder sehr schwer lösliche Salze bilden, während sie mit den Ionen des unedleren Metalles gar nicht oder nur in geringerem Maße reagieren. Solche Stoffe wird es nicht vereinzelt, sondern ganz allgemein und sehr häufig geben, da nach der Abegg-Bodländerschen Elektroaffinitätstheorie[1]) die edleren Metalle sowohl zur Bildung komplexer wie unlöslicher Salze geneigter sind als die unedleren.

Ist man daher durch geeignete Wahl einer Salzlösung in der Lage, die Potentialdifferenz zwischen zwei Metallen fast bis zum Verschwinden zu bringen, so kann man auf chemisch-analytischem Wege das Gleichgewicht bestimmen, bis zu welchem sich die Metalle gegenseitig aus dieser Lösung ausfällen. Ruft man diese Ausfällung durch Legierungen dieser beiden Metalle hervor, so gelangt man zu einer Bestimmung des Lösungsdruckes in ihnen, wie ich es für Blei-Zinnlegierungen ausgeführt habe (a. a. O). Diese Möglichkeit dürfte z. B. für Zink-Kadmiumlegierungen bestehen. Aber auch wenn man durch Komplexbildung usw. nicht ein völliges oder fast völliges Verschwinden, sondern nur eine starke Verminderung der Potentialdifferenz der reinen Metalle hervorzurufen imstande ist, kann man durch Fällungsversuche mit Legierungen deren Konstitution aufklären.

Eine Ausfällung des edleren Metalles muß nämlich stets von der Auflösung einer äquivalenten Menge des unedleren begleitet sein; hierzu ist aber eine Zerstörung der Legierung und Trennung ihrer Bestandteile notwendig. Dieser Vorgang kann nur eintreten, wenn die freie Energie der Ausfällung des edleren Metalles unter gleichzeitiger Auflösung des unedleren größer ist, als die zur Zerstörung der Legierung erforderliche. Ein Maß für die letztere, beziehungsweise für die freie Bildungsenergie der Legierung, ist die Veränderung, welche der Lösungsdruck des unedleren Metalles durch Legieren mit dem edleren erleidet. Die Ausfällung des letzteren kann daher nur in solchen Lösungen erfolgen, in denen die Potentialdifferenz zwischen den unlegierten Metallen größer ist, als die zwischen der Legierung und dem reinen unedleren Metalle. Bleibt daher bei einer gewissen Zusammensetzung der Legierung die Ausfällung des edleren Metalles plötzlich aus, so hat ihre Lösungstension eine sprunghafte Änderung erfahren, und die Existenz einer chemischen Verbindung ist erwiesen. Im folgenden soll an der Hand von Versuchen gezeigt werden, welchen Aufschluß diese Überlegungen auf die Konstitution von Kupfer-Zinklegierungen gestatten.

2. Der Lösungsdruck der Kupfer-Zinklegierungen.

Bei allen Fällungsversuchen wurden die betreffenden Lösungen mit den feingeraspelten Legierungen in mit Glasstopfen verschlossenen Flaschen im Thermostaten mittels eines Heißluftmotors und rotierender Welle bei 25° geschüttelt. Die Legierungen wurden aus den reinsten, von C. A. F. Kahlbaum-Berlin bezogenen Metallen in von A. Lessing-Nürnberg nach Angabe gefertigten unten geschlossenen Kohleröhren

[1]) Zeitschr. f. anorgan. Chem. 20, 453 (1899).

zusammengeschmolzen. Die Erhitzung erfolgte in einem vertikalen elektrischen Widerstandsofen mit Platinfolie von W. C. Heraeus-Hanau, der bei einer Stromstärke von 12 Amp. leicht eine Temperatursteigerung bis 1100° gestattete. Nach dem Erkalten konnte der Regulus mühelos aus dem Kohlerohr herausgeklopft werden. Nach Entfernung der stets angelaufenen Oberflächenschicht wurde die Legierung mit einer Feile geraspelt und die hierbei entstehenden Eisenfeilspäne mit einem starken Magneten entfernt. Zur Analyse wurde das Metallpulver in Salpetersäure gelöst und das Kupfer elektrolytisch abgeschieden. Da die Legierungen keine Kohle aus dem Schmelzrohr aufnahmen und eine Oxydation zu Kupferoxydal ausgeschlossen war, so konnte der Zinkgehalt stets aus der Differenz des Kupfers von 100 berechnet werden.

a) Ausfällung von Kupfer aus cyankalischer Lösung.

Wie oben (Seite 262 ff.) ausgeführt, ist es zur Konstitutionsbestimmung der Legierung erforderlich, die Ausfällung des Kupfers aus solchen Lösungen zu versuchen, in denen z. B. infolge Komplexbildung die Potentialdifferenz zwischen Kupfer und Zink möglichst verkleinert ist. Zu diesem Zwecke scheint eine cyankalische Lösung in erster Linie geeignet, da Cyananionen mit Kupfer viel beständigere komplexe Ionen bilden als mit Zink. Nach einem bekannten Versuche Hittorfs[1]) wird die elektromotorische Kraft eines Daniellelementes ihrer Richtung nach umgekehrt, wenn man zur Kupfersulfatlösung reichlich Cyankalium hinzufügt. In der gemeinsamen Lösung der Cyankaliumdoppelsalze beider Metalle ist zwar Kupfer edler als Zink, doch wird ihre Potentialdifferenz immer kleiner, je größer die Cyankonzentration wird; nach den Messungen Kunscherts[2]) müßte sie in einer an Cyanionen ca. 10-n. Lösung verschwinden. Da aber sich in konzentrierten Cyankaliumlösungen beide Metalle unter Wasserstoffentwickelung auflösen, konnten zu den Schüttelversuchen nur verdünnte Lösungen verwendet werden.

Zunächst wurde die Ausfällung von Kupfer aus Kupfercyankalium durch reines Zink untersucht.

Eine Lösung von Cupricyankalium ist nicht beständig; versetzt man Cuprisulfatlösung mit überschüssigem Cyankalium, so wird alles Cuprisalz zu Cuprosalz unter Entwickelung von freiem Cyan reduziert; beim Schütteln in einer verschlossenen Flasche bildet sich braunes, flockiges Paracyan. Beim Schütteln einer frisch bereiteten Lösung mit Zink wird die Reduktion zu Cuprosalz durch das Zink hervorgerufen. Tabelle I enthält die Resultate einiger Fällungsversuche von Kupfer aus solchen Lösungen durch Zink. Zur Analyse wurden aus den 200 ccm enthaltenden Flaschen 20 ccm herauspipettiert. Diese wurden mit konzentrierter Salpetersäure versetzt, die Blausäure im Wasserdampfstrom ausgetrieben und in Kalilauge aufgefangen. Die Einrichtung war natürlich so getroffen, daß keine Blausäure in die Zimmerluft gelangen konnte. Nach ihrer Verjagung wurde das Kupfer elektrolytisch und darauf

---

[1]) Zeitschr. f. physik. Chem. **10**, 593 (1892).

[2]) Dissertation, Braunschweig **1904**; vergl. auch Bodländer, Ber. d. deutsch. chem. Ges. **36**, 3933 (1903). Vergl. auch Spitzer, Zeitschr. f. Elektrochem. **11**, 345 (1505).

das Zink titrimetrisch bestimmt[1]). Hierzu wurde es in der üblichen Weise durch Schwefelwasserstoff in essigsaurer Lösung gefällt, dieser durch Kochen völlig verjagt und die Lösung mit einem abgemessenen Volumen titrierter Silbernitratlösung gekocht. Hierbei setzt sich das Zinksulfid quantitativ zu dem viel unlöslicheren Silbersulfid um. Nach dem Absaugen desselben wurde das nicht verbrauchte Silbernitrat mit Rhodanammonium zurücktitriert. Daß diese Methode hinreichend genaue Resultate liefert, beweisen folgende Vergleichsbestimmungen:

5 ccm $ZnSO_4$-Lösung ergaben elektrolytisch (aus Oxalatlösung) 0,0874 g Zn
5 „ „ „ titrimetrisch 0,0870 „ „
5 „ „ „ „ 0,0880 „ „
5 „ „ „ „ 0,0875 „ „

Tabelle I.

Ausfällung von Kupfer aus Cupricyankalium durch Zink.

Tage	Vor dem Schütteln			Nach dem Schütteln in 20 ccm		
	Mol KCN im Liter	Mol $CuSO_4$ im Liter	mg Cu in 20 ccm	mg Cu gefunden	mg Zn gefunden	mg Zn berechnet
	0,24	0,0502	63,9			
1				51,9	?	
2				42,7	51,5	43,9
4				12,9	⟩ 63,8	59,0
	0,24	0,0502	63,9			
1				41,6	?	
2				23,4	?	
4				9,8	70,2	60,5
5				1,0	125	65
	0,24	0,0251	32,0			
1				31,3	29,8	16,8
2				27,6	38,4	18,7
4				15,7	70,0	24,8

In der letzten Spalte (mg Zn ber.) ist der Zinkgehalt angegeben, wie er sich nach den Reaktionsgleichungen

$$2\,Cu^{\cdot\cdot} + Zn = 2\,Cu^{\cdot} + Zn^{\cdot\cdot}$$

$$\text{und } 2\,Cu^{\cdot} + Zn = Zn^{\cdot\cdot} + 2\,Cu$$

aus dem gefundenen Kupfergehalt berechnen läßt. Der Vergleich mit dem analytisch gefundenen ergibt, daß dieser stets, manchmal sogar recht beträchtlich, größer ist als der berechnete. Offenbar ist Zink nicht nur unter gleichzeitiger Reduktion und Ausfällung von Kupferionen, sondern auch direkt unter Entwickelung von Wasserstoff oder infolge Oxydation durch Luftsauerstoff in Lösung gegangen.

[1]) Vergl. Fresenius, Lehrb. II, 2, 371 (1901).

Tabelle II enthält die Beschreibung der Ausfällung von Kupfer aus Cuprocyankalium. Eine Lösung dieses Salzes wurde durch Auflösung von Cuprocyanid (Merck) in Cyankalium hergestellt; hierzu ist mehr als die doppelte Menge von Cyankalium (in Äquivalenten) notwendig. Diese Lösung wurde mit freier KCN-Lösung in der angegebenen Konzentration versetzt und in 200 ccm fassenden Flaschen mit 2 g geraspeltem Zink geschüttelt. Nach der jedesmaligen Entnahme von Lösung zur Analyse wurde wiederum 2 g Zink hinzugefügt; einige Lösungen wurden mit Natriumchlorid versetzt.

Tabelle II.

Ausfällung von Kupfer aus Cuprocyankalium durch Zink.

Tage	Vor dem Schütteln				Nach dem Schütteln in 20 ccm			Bemerkungen
	Mol im Liter			mg Cu in 20 ccm	mg Cu gefund.	mg Zn gefund.	mg Zn berechn.	
	$K_2Cu(CN)_3$	freies KCN	Na Cl					
	0,0477	0,10	—	60,8				
2					57,2			keine Cu-Ausfällung sichtbar
3					44,0			
	0,0477	0,10	—	60,8				
1					54,4	22,3	6,5	keine Cu-Ausfällung sichtbar
2					55,1	35,6	5,8	
	0,0477	0,10	0,05	60,8				
2					43,3			gelbe Ausfällung (Messing)
3					12,1	63,2	24,8	
	0,0477	0,10	0,085	60,8				
1					50,3			keine Ausfällung sichtbar
2					47,1			gelbe " "
3					23,4			" " "

Wiederum ist stets, soweit Zinkbestimmungen ausgeführt wurden, bedeutend mehr Zink in Lösung gegangen, als der ausgefällten Kupfermenge äquivalent ist. Ferner ergibt sich aus beiden Tabellen, daß die Ausfällungsgeschwindigkeit außerordentlich gering ist, aber durch den Zusatz von Chlornatrium merklich beschleunigt wird. Um diese auffallende Geschwindigkeitsbeeinflussung näher zu untersuchen, wurde eine weitere Reihe von Ausfällungsversuchen ausgeführt. Es wurde die Cuprocyanidlösung mit wechselnder Menge von freiem Cyankalium und Chlornatrium mit je 1 g geraspeltem Zink in 50 ccm fassenden Flaschen geschüttelt und nach den angegebenen Zeiten analysiert. Um den Einfluß der Luft möglichst auszuschließen, habe ich die einmal geöffneten Flaschen nicht weiter geschüttelt. Die Ergebnisse sind in Tabelle III enthalten. Die Lösungen wurden durch Verdünnen zweier verschiedener Cuprocyankaliumlösungen hergestellt; die erste (I) enthielt 0,477 g Äquivalente Cuprocyanid und 0,95 Mol Cyankalium im Liter; die zweite (II) entsprechend 0,485 und 1,0, letztere also etwas mehr KCN als der Formel $K_2Cu(CN)_3$ entspricht.

Tabelle III.

Ausfällungsgeschwindigkeit von Kupfer aus Cuprocyankalium durch Zink.

Lösung	Stunden	Vor dem Schütteln				Nach dem Schütteln		Farbe des ausgefällten Metalls
		Mol im Liter			mg Cu in 20 ccm	mg Cu in 20 ccm	Ausgefällte Menge Cu in Millimol	
		$K_2Cu(CN)_3$	freies KCN	NaCl				
	18	0,048	—	—	60,8	33,4	21,6	Mischung von gelb und rot
	18	0,048	0,10	—	60,8	54,0	5,8	—
I	18	0,048	0,20	—	60,8	57,4	2,7	—
	19	0,048	—	0,09	60,8	28,2	25,6	gelb
	19	0,048	0,1	0,09	60,8	49,0	9,3	—
	18	0,049	0,001	—	62,1	60,5	1,2	—
	18	0,049	0,001	—	62,1	57,3	3,8	—
	18	0,049	0,001	—	62,1	59,6	1,9	—
	18	0,049	0,001	0,09	62,1	53,2	5,4	—
	18	0,049	0,001	0,25	62,1	17,6	35,0	gelb
	18	0,049	0,001	0,25	62,1	22,5	31,1	„
	18	0,049	0,001	0,25	62,1	60,8	1,2*	—
II	18	0,049	0,001	0,25	62,1	3,5	46,0	gelb
	18	0,049	0,001	0,25	62,1	55,4	5,2*	—
	18	0,049	0,001	0,50	62,1	28,7	26,2	gelb
	18	0,049	0,001	0,50	62,1	19,4	33,6	„
	18	0,049	0,001	0,90	62,1	12,6	38,9	„
	18	0,049	0,001	0,90	62,1	12,2	39,2	„
	18	0,049	0,2	0,50	62,1	61,7	0,3	—
	18	0,049	0,2	0,50	62,1	58,6	3,7	—
	42	0,049	0,001	—	62,1	60,2	1,5	—

Die Übereinstimmung der unter gleichen Bedingungen angestellten Versuche ist bis auf zwei mit einem * gekennzeichneten Ausnahmen befriedigend; die vorhandenen Differenzen werden hinreichend durch die wechselnde Oberflächengröße des fällenden Metalles (Feilspäne) erklärt.

Zunächst ergibt sich, daß die Ausfällung aus Lösung II, die von vornherein etwas freies Cyankalium enthielt, langsamer erfolgt als aus Lösung I. In Übereinstimmung hiermit übt der Zusatz von freiem Cyankalium stets einen stark verzögernden Einfluß aus. Der Zusatz von Chlornatrium beschleunigt die Ausfällung beträchtlich, doch wird seine Wirkung durch überschüssiges Cyankalium aufgehoben. Das ausgefällte Kupfer scheidet sich nicht in reinem roten Zustande aus, sondern legiert sich, wie die gelbe Farbe des am Boden liegenden Metalles zeigt, mit dem Zink zu Messing. Derartige Legierungsbildungen bei der Ausfällung sind schon von Mylius und Fromm [1]) vermutet worden.

Das Ausbleiben einer erheblichen Ausfällung von Kupfer durch Zink in den Lösungen, die freies Cyankalium enthalten, ist nicht dadurch zu erklären, daß dieser

[1]) Ber. d. deutsch. chem. Ges., **27**, 630 (1894).

Vorgang keine freie Energie mehr zu liefern imstande ist. Es beruht auf der außerordentlichen Kleinheit der Reaktionsgeschwindigkeit. Analoge Erscheinungen, z. B. die Unfähigkeit des Eisens, Kupfer und Silber aus den Lösungen ihrer Nitrate zu fällen, sind seit langem bekannt und werden bei diesem Metall mit dem Namen „Passivität" gekennzeichnet. Stets wirkt der Zusatz von Chloriden auslösend, d. h. katalytisch beschleunigend auf die Ausfällung. Im Verlaufe der Untersuchungen werden noch mehrere Fälle beschrieben werden, in denen das Zink edlere Metalle nur mit sehr geringer Geschwindigkeit aus ihren Lösungen ausfällt und daher „passiv" erscheint.

Zur Ausfällung des Kupfers aus Cuprocyankalium wurden die Lösungen nun mit den geraspelten Legierungen tagelang geschüttelt und von Zeit zu Zeit in je 20 ccm der Lösung der Kupfergehalt analytisch bestimmt. Lösungen, die kein oder nur wenig freies Cyankalium enthielten, trübten sich mitunter nach mehrmaligem Öffnen der Flaschen. Infolge des reichlicheren Luftzutrittes hatte sich dann durch Oxydation des Metalles mehr Zinkcyanid gebildet, als das freie Cyankalium zu lösen vermochte. Der weiße Niederschlag enthielt kein Kupfer; besondere Versuche ergaben, daß beim Schütteln von Cuprocyankaliumlösung mit festem Zinkcyanid keine Umsetzung, d. h. Ausfällung von festem Cuprocyanid, eintritt; dies war auch infolge der größeren Beständigkeit des Cuprokomplexes zu erwarten.

Die Ergebnisse der Fällungsversuche mit Legierungen von 0—57 % Cu sind in Tabelle IV (S. 269 u. 270) enthalten.

Es zeigt sich, daß alle Legierungen, die weniger als 41,2 % Kupfer enthalten, wenn auch wiederum nur sehr langsam, Kupfer aus dem Cyankomplexsalze auszufällen vermögen, da beim Schütteln mit ihnen der Kupfergehalt der Lösungen ständig abnimmt und nach einigen Tagen die rote Kupferausfällung erscheint. Legierungen dagegen, die mehr als 41,2 % Kupfer enthalten, sind hierzu nicht mehr imstande. Trotz tage- und wochenlangen Schüttelns mit ihnen nimmt der Kupfergehalt der Lösungen nicht ab, sondern ständig zu, da, sei es infolge von Oxydation durch den beim Öffnen der Flaschen eintretenden Luftsauerstoff, sei es durch direkte langsame Wasserstoffentwicklung, das am Boden liegende Metall allmählich in Lösung geht. In diesen Legierungen ist also die Lösungstension des Zinks oder einer etwa entstandenen Zinkverbindung nicht groß genug, um Kupfer unter Auflösung des Zinks aus dem Cyankomplex auszufällen, d. h. es ist zur Spaltung dieser Legierungen mehr Energie notwendig, als beim Ersatz des Kupfers im Cyankomplex durch Zink gewonnen werden kann. Es scheint also in diesen Legierungen das Zink mit dem Kupfer nicht physikalisch vermengt oder in ihm gelöst, sondern mit ihm chemisch verbunden zu sein.

b) Ausfällung von Kupfer aus ammoniakalischer Lösung.

Zur weiteren Prüfung dieser Ergebnisse wurde die Ausfällung des Kupfers aus seinen ammoniakalischen Komplexen durch Kupfer-Zinklegierungen mit steigendem Kupfergehalt untersucht, da auch Ammoniak mit Kupfer weit beständigere Komplexe bildet als mit Zink. Schüttelt man eine blaue Cupriammoniaklösung, hergestellt aus Cuprisulfatlösung und überschüssigem Ammoniak, mit reinem Zink, so tritt sofort

Tabelle IV.

Ausfällung von Kupfer aus Cuprocyankalium durch Kupfer-Zinklegierungen.

% Cu der Leg.	Tage	Vor dem Schütteln Mol im Liter				Nach dem Schütteln mg Cu in 20 ccm	Bemerkungen
		$K_2Cu(CN)_3$	freies KCN	NaCl	mg Cu in 20 ccm		
14,6		0,06	0,10	—	75,9		
	1					74,2	
	2					67,7	
	4					37,1	rote Cu-Ausfällung
	5					8,2	
14,6		0,06	0,10	—	75,9		
	1					74,1	
	2					72,2	
	3					56,1	rote Cu-Ausfällung
	5					34,4	
31,9		0,06	0,05	—	75,9		
	1					73,7	
	2					72,6	Ausfällung nicht sichtbar
	4					71,5	
31,9		0,06	0,10	—	75,9		
	2					70,4	
	3					70,2	Ausfällung nicht sichtbar
	4					68,1	
31,9		0,06	0,05	0,05	75,9		
	1					76,6	Ausfällung nicht sichtbar
	2					72,4	
	3					67,5	rote Ausf. schwach sichtbar
33,6		0,06	0,05	—	75,9		
	2					75,8	Ausfällung nicht sichtbar
	3					71,8	
33,6		0,06	0,05	0,05	75,9		
	2					72,9	Ausfällung nicht sichtbar
33,6		0,06	0,05	—	75,9		
	1					68,6	rote Ausfällung sichtbar
35,3		0,06	0,10	—	75,9		
	1					76,6	Ausfällung nicht sichtbar
	2					73,8	
35,3		0,057	0,095	0,05	72,2		
	1					72,6	
	2					71,0	Ausfällung nicht sichtbar
	3					71,8	
	5					60,0	rote Cu-Ausfällung deutlich
	6					56,4	
37,8		0,06	0,05	—	75,9		
	2					71,5	
	3					71,9	Ausfällung nicht sichtbar
	4					69,6	

% Cu der Leg.	Tage	Vor dem Schütteln Mol im Liter $K_2Cu(CN)_3$	freies KCN	NaCl	mg Cu in 20 ccm	Nach dem Schütteln mg Cu in 20 ccm	Bemerkungen
37,8		0,06	0,10	0,08	75,9		
	1					72,4	Ausfällung nicht sichtbar
	3					68,6	rote Cu-Ausfällung sichtbar
	4					66,4	
41,2		0,049	—	—	62,1		
	14					58,4	keine Ausfällung sichtbar
41,2		0,049	—	0,9	62,1		
	20					55,1	keine Ausfällung sichtbar
43,5		0,06	0,10	—	75,9		
	2					80,6	keine Ausfällung sichtbar
	3					82,8	
43,5		0,06	0,10	—	75,9		
	2					78,6	
	3					84,4	keine Ausfällung sichtbar
43,5		0,049	—	0,9	62,1		
	20					62,7	keine Ausfällung sichtbar
57,4		0,06	0,20	—	75,9		
	1					79,6	
	2					86,5	
	6					103,2	keine Ausfällung sichtbar
57,4		0,06	0,20	—	75,9		
	1					76,2	
	2					84,9	
	3					92,2	
	6					102,0	
	7					112,2	
	8					122,0	keine Ausfällung sichtbar
57,4		0,06	—	—	75,9		
	2					78,7	
	3					81,9	keine Ausfällung sichtbar
57,4		0,06	—	—	75,9		
	1					74,6	
	5					76,8	keine Ausfällung sichtbar
57,4		0,06	—	—	75,9		
	2					76,6	
	3					77,2	keine Ausfällung sichtbar
57,4		0,06	0,20	—	75,9		
	1					79,4	
	2					81,6	
	3					90,2	keine Ausfällung sichtbar
57,4		0,06	0,40	—	75,9		
	2					78,6	
	3					86,7	
	4					98,5	keine Ausfällung sichtbar

Entfärbung ein und das Kupfer wird in schwammiger, brauner Form quantitativ ausgefällt. Beim Schütteln mit Legierungen mit steigendem Kupfergehalt tritt diese Erscheinung langsamer ein, und das ausgefällte Kupfer nimmt kompaktere Form und hellrote Färbung an. Bei Legierungen von über 10 % Kupfer ist zwar die völlige Entfärbung der blauen Lösung nach wenigen Minuten beendet, die Ausfällung des gesamten Kupfers nimmt jedoch geraume Zeit in Anspruch. In diesem Falle ist die Reduktion des Cupriammoniakkomplexes zu dem farblosen Cuproammoniakkomplex durch das Zink der Legierung sofort eingetreten, während die Ausfällung des Kupfers langsamer erfolgt.

Um die Geschwindigkeit dieses Vorganges in ihrer Abhängigkeit von dem Kupfergehalte der Legierung zu untersuchen, verfuhr ich folgendermaßen: In eine Flasche von 200 ccm Inhalt wurde eine blaue Lösung von Cupriammoniumsulfat mit einer Legierung von ca. 35 % Cu geschüttelt. Nach einigen Minuten war stets Entfärbung, d. h. völlige Reduktion des Cuprisalzes zu Cuprosalz eingetreten, ohne daß eine merkliche Ausfällung von Kupfer stattgefunden hatte. Dann drückte ich unter möglichstem Luftabschluß mit Hilfe eines doppelt durchbohrten Stopfens durch einen Kohlensäurestrom die Lösung in kleine Flaschen von je 30 ccm Inhalt, die vorher mit der abgewogenen Menge der Legierung beschickt waren. Gleichzeitig wurde der Cuprogehalt der Lösung nach Zusatz einer sauren Ferrisulfatlösung titrimetrisch mit Permanganat bestimmt. Da die Cuproammoniaklösung sich außerordentlich rasch oxydiert — sie färbt sich an der Luft momentan blau —, so muß man sie zur quantitativen Bestimmung, um diese Fehlerquelle auszuschließen, rasch in die saure Ferrisulfatlösung einfließen lassen, während die Mündung der Pipette in dieselbe eintaucht. Es ergab sich, daß der Cuprogehalt der Lösung stets etwas größer war, als der Kupfergehalt der Cuprilösung vor der Reduktion. Diese hatte also nicht nur nach der Gleichung $2\,Cu^{\cdot\cdot} + Zn = 2\,Cu^{\cdot} + Zn^{\cdot\cdot}$, sondern auch nach der Gleichung $Cu^{\cdot\cdot} + Cu = 2\,Cu^{\cdot}$ stattgefunden.

Tabelle V enthält die Ergebnisse dieser Geschwindigkeitsmessungen. Es wurde immer soviel von jeder einzelnen Legierung abgewogen, daß ihr Gehalt an Zink in jeder Versuchsreihe konstant war (0,1—0,25 g Zn). Hierdurch wurden ungefähr vergleichbare Versuchsbedingungen erzielt.

Tabelle V.

Ausfällungsgeschwindigkeit von Kupfer aus ammoniakalischer Cuprosulfatlösung durch Kupfer-Zinklegierungen.

1. 0,06 n Cu_2SO_4, 0,5 n NH_3, 0,1 g Zn in der Legierung.

% Cu der Legierung		37,8	41,2	45,5	52,6	70,4
Ausgefällte Menge $Cu^{\cdot}$ in Millimolen	nach 1½ Stunden	32	2,7	0	0	0
	„ 19 „	**50**	**40,8**	3,0	2,5	0

2. 0,06 n Cu_2SO_4, 0,5 n NH_3, 0,2 g Zn in der Legierung.

% Cu der Legierung	14	35,0	41,2	45,5
Ausgefällte Menge $Cu^{\cdot}$ in Millimolen nach 44 Stunden	**56,1**	**61,5**	**51,8**	6,85

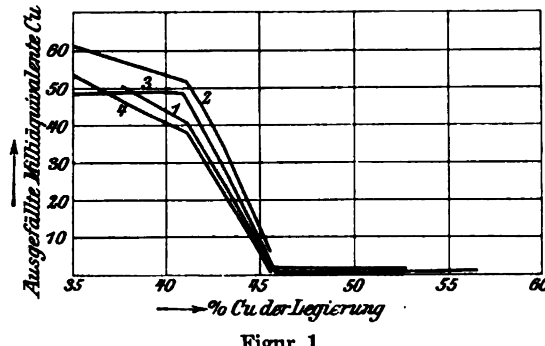
3. 0,06 n Cu_2SO_4, 1,0 n NH_3, 0,2 g Zn in der Legierung.

% Cu der Legierung	14	35,0	41,2	45,5	56,8
Ausgefällte Menge Cu˙ in Millimolen nach 18 Stunden	**60,6**	**48,2**	**48,5**	0,4	2,8

4. 0,06 n Cu_2SO_4, 1,0 n NH_3, 0,2 g Zn in der Legierung.

% Cu der Legierung	35,0	37,8	41,2	49,0
Ausgefällte Menge Cu˙ in Millimolen nach 18 Stunden	**58,8**	**62,0**	**38,6**	0

Die graphische Darstellung dieser Tabelle ergibt ein sehr bemerkenswertes Bild. Trägt man nämlich für jede einzelne Versuchsreihe den Prozentgehalt der Legierung an Kupfer als Abszisse, die ausgefällte Kupfermenge als Ordinate auf, dann zeigen alle so erhaltenen Kurven einen außerordentlich steilen Abfall zwischen einem Gehalt von 41 und 45 % Kupfer in der Legierung.



Figur 1.

Die Ausfällungsgeschwindigkeit des Kupfers aus dem Cuproammoniakkomplexe durch Legierungen bis 41 % Cu (die entsprechenden Werte sind in der Tabelle fett gedruckt) ist also von einer anderen Größenordnung als die durch kupferreichere Legierungen. Dies spricht dafür, daß in diesen das fällende Agens eine andere chemische Natur und Energie besitzt, als in den kupferärmeren Legierungen, daß also die Lösungstension derselben im Bereich zwischen 41 und 45 % Cu eine starke Änderung erleidet. Wir gelangen also durch die Fällungsversuche aus den Ammoniakkomplexen zu demselben Ergebnis, das wir an den Cyanidlösungen erhalten hatten.

Aber auch Legierungen mit mehr als 45 % Kupfer sind imstande, wenn auch langsam, Kupfer aus dem Cuproammoniakkomplex auszufällen. Dies geht schon aus den Ergebnissen von Tabelle V hervor und wird noch durch folgende Versuchsreihe mit einer Legierung von 52,4 % Cu bewiesen. Eine blaue Lösung von Cupriammoniaksulfat wurde mit reichlichen Mengen der geraspelten Legierung geschüttelt, nach einiger Zeit der Cuprogehalt der Lösung, wie oben beschrieben, titrimetrisch bestimmt, neues Metall hinzugefügt usf. Dieselben Versuche wurden mit Legierungen von 65,6 % und 70,4 % Kupfer angestellt (Tab. VI).

Zunächst ergibt sich, daß wiederum bei der ersten Titration die Lösung mehr Kupfer enthält als vor dem Schütteln; daraus folgt, daß die Reduktion des Cuprisalzes sich zum Teil unter Auflösung von metallischem Kupfer vollzogen hat. Bei weiterem Schütteln mit der 52 %igen Legierung nimmt jedoch der Cuprogehalt ständig ab, ein Beweis dafür, daß diese Legierung noch Kupfer auszufällen imstande ist. Doch geht diese Reaktion außerordentlich langsam vor sich, ganz ebenso wie die Ausfällung aus cyankalischer Lösung durch Zink und kupferarme Legierungen; man kann daher ebenfalls die Legierungen von mehr als 45 % Cu als „passiv“ gegen Cuproammoniaksulfat bezeichnen.

Tabelle VI.

Ausfällung von Kupfer aus Cuproammoniakkomplexen durch Legierungen mit mehr als 45 % Cu.

% Cu der Legierung	Tage	Vor dem Schütteln Mol im Liter Cu SO_4	NH_3	mg Cu·· in 10 ccm	Nach dem Schütteln mg Cu· in 10 ccm
52,4		0,05	0,5	32,0	
	1				38,4
	2				34,6
52,4		0,05	1,0	32,0	
	1				43,8
	2				28,4
	4				21,6
52,4		0,05	1,0	32,0	
	½				45,4
	3				43,8
	4				39,3
52,4		0,05	0,5	32,0	
	1 Stunde				40,4
	1 Tag				27,4
	2				18,2
65,6		0,05	1,0	32,0	
	1				39,4
	3				47,8
70,4		0,05	0,5	32,0	
	1				34,4
	2				34,8
70,4		0,05	1,0	32,0	
	1				37,0
	2				44,2
70,4		0,05	1,0	32,0	
	1				45,4
	2				47,6
	2½				51,0

Beim Schütteln der Lösungen mit Legierungen von über 60 % Cu nimmt der Cuprogehalt auch bei mehrtägiger Versuchsdauer nicht ab, sondern ständig zu. Die Ursache hiervon ist die momentane Oxydation der Cuprolösung beim jedesmaligen Öffnen der Flaschen und die Auflösung von Kupfer bei der darauf folgenden Reduktion. Eine Ausfällung von Kupfer scheint nicht mehr stattzufinden, und die Lösungstension dieser Legierungen daher soweit gesunken zu sein, daß sie nunmehr in ammoniakalischer Lösung nicht mehr unedler sind als Kupfer. Eine einwandsfreie Entscheidung dieser Frage ist jedoch noch nicht abzuleiten, da möglicherweise die Ausfällungsgeschwindigkeit nur so gering ist, daß sie in den vorliegenden Versuchen durch die oben erklärte Auflösung des Kupfers verdeckt wird. Aus demselben Grunde bietet auch die genaue Untersuchung wenig Aussicht, bei welchem **Prozentgehalt** die Lösungstension der Legierung so klein wird, daß sie zu einer Ausfällung des Kupfers nicht mehr ausreicht.

Alle untersuchten Legierungen besitzen jedoch die Eigenschaft Cupriammoniakkomplexe rasch und vollständig zu Cuprokomplexen zu reduzieren. Reines Kupfer ist hierzu nicht imstande, vielmehr scheint sich beim Schütteln einer Cupriammoniaklösung mit metallischem Kupfer ein Gleichgewicht einzustellen, welches sich bei wachsender Ammoniakkonzentration mehr und mehr zugunsten des Cuprosalzes verschiebt. Die Bedingungen dieses Gleichgewichtes lassen sich leicht aus dem Massenwirkungsgesetz ableiten.

Bedeutet m die Anzahl der Ammoniakmoleküle, die mit einem Cupriion $[Cu^{\cdot\cdot}]$ ein komplexes Ion $[Cu(NH_3)_m^{\cdot\cdot}]$ bilden, und n die entsprechende Anzahl für den Cuprokomplex, so gelten für die beiden komplexen Ionen die Zerfallsgleichungen

$$[Cu(NH_3)_m^{\cdot\cdot}] = k_1 [Cu^{\cdot\cdot}] \cdot [NH_3]^m \qquad (1)$$

$$\text{und} \quad [Cu(NH_3)_n^{\cdot}] = k_2 [Cu^{\cdot}] \cdot [NH_3]^n . \qquad (2)$$

Ferner stellt sich nach den Untersuchungen von Abel[1]), Bodländer und Storbeck[2]) und Luther[3]) beim Schütteln jeder Cuprilösung mit metallischem Kupfer ein Gleichgewicht zwischen Cupri- und Cuproionen ein, gemäß der Gleichung

$$[Cu^{\cdot\cdot}] = k_3 [Cu^{\cdot}]^2. \qquad (3)$$

Durch Quadrierung von (2) und Division in (1) ergibt sich daraus unter Berücksichtigung von (3)

$$\frac{[Cu(NH_3)_m^{\cdot\cdot}]}{[Cu(NH_3)_n^{\cdot}]^2} \cdot [NH_3]^{2n-m} = \frac{k_1}{k_2^2} \cdot k_3 = K.$$

Die Konzentrationen der Ionen $Cu(NH_3)_m^{\cdot\cdot}$ und $Cu(NH_3)_n^{\cdot}$ kann man ohne merklichen Fehler gleich den analytisch gefundenen des Cupri- und Cuprosalzes setzen. Durch Ausprobieren kann man daher diejenigen ganzzahligen Werte von n und m finden, für welche die linke Seite konstant wird.

Orientierende Vorversuche, die durch Schütteln von Cupriammoniaksulfat mit metallischem Kupfer im Thermostaten bei 25° angestellt wurden, haben gezeigt, daß diese Bedingung angenähert erfüllt ist, wenn $n = m = 2$ ist, und die Konzentration des angewendeten Cuprisulfats zwischen 0,05 und 0,1 und die des Ammoniaks zwischen 0,25 und 1,0 Molen im Liter variiert wird. Die Analyse der Lösungen erfolgte durch Titration des Cuprosalzes nach Zusatz von saurer Ferrisulfatlösung und elektrolytischer Bestimmung des Gesamtkupfers. Die Übereinstimmung der Einzelversuche war nicht gut, weil sich der endgültige Gleichgewichtszustand sehr langsam einstellt und der Zutritt von Luftsauerstoff zu den Lösungen nicht verhütet worden war. Um zuverlässige Werte zu erhalten, müßte hierauf sorgfältig geachtet werden, doch wurde davon Abstand genommen, weil die genaue Feststellung dieses Gleichgewichtszustandes außerhalb des Planes dieser Abhandlung liegt.

Trotzdem machen die erhaltenen Ergebnisse wahrscheinlich, daß, wie angegeben, sowohl der Cupri- wie der Cuproammoniakkomplex je zwei Moleküle Ammoniak ent-

---

[1]) Ztschr. f. anorgan. Chem. **26**, 361 (1901).

[2]) Ebend. **31**, 1; 458 (1902).

[3]) Ztschr. f. physik. Chem. **34**, 488 (1900); **36**, 385 (1901).

hält. Für den letzteren ist dies schon von Bodländer[1]) bewiesen worden; für den ersteren hatten allerdings Dawson und Mc Crae[2]), Konowalow[3]) und Locke und Forssall[4]) die Molekelzahl 4 angenommen. Doch beziehen sich ihre Messungen im allgemeinen auf an Ammoniak konzentriertere Lösungen. Anderseits hat Bonsdorff[5]) nachgewiesen, daß das Cuprihydroxyd bei geringem Ammoniaküberschuß nur zwei Molekeln, bei größerem dagegen vier addiert. Die Ergebnisse der Gleichgewichtsbestimmungen werden also durch die älteren Angaben gestützt.

Der absolute Wert der Konstanten $K = \frac{k_1 \, k_3}{k_2^2}$ ist nach meinen Messungen etwa $= 10$. Da die Größen k_2 und k_3 bekannt sind, so ist die Berechnung von k_1 möglich. Die Komplexkonstante des Cuproammoniaks ist nach Bodländer (l. c.) $k_2 = \frac{1}{1{,}84 \cdot 10^{-9}} = 5{,}44 \cdot 10^8$. Die Gleichgewichtskonstante zwischen Cupri- und Cuproionen ist nach Bodländer und Storbeck[6]) $k_3 = 2 \cdot 10^4$. Mithin ist

$$k_1 = \frac{K \cdot k_2^2}{k_3} = \frac{10 \cdot 2{,}96 \cdot 10^{17}}{2 \cdot 10^4} = 1{,}5 \cdot 10^{14}.$$

Diese Zahl ist nur als oberer Grenzwert aufzufassen; sie wird kleiner, wenn sich bei längerer Einwirkung das Gleichgewicht noch mehr zugunsten des Cuprosalzes verschiebt. Es zeigt sich, daß der Cupriammoniakkomplex weit beständiger ist als der Cuprokomplex.

c) Ausfällung von Kupfer aus Kupferrhodanür.

Wie früher (Seite 263) ausgeführt, gibt es zwei Mittel, das Verhältnis der Ionenkonzentrationen und damit die Spannungsdifferenz zweier Metalle zu vermindern. Das eine, der Zusatz eines Komplexe bildenden Stoffes, war in den Lösungen von Cyankalium und Ammoniak mit Erfolg benutzt worden. Das zweite besteht in der Anwendung von Anionen, welche mit dem edleren Metalle schwer lösliche, mit dem unedleren leicht lösliche Salze bilden. Hierzu eignen sich für den vorliegenden Fall in erster Linie die Anionen CNS', J', Br', Cl', da sie mit der niederen Oxydationsstufe des Kupfers schwer lösliche Salze bilden, deren Löslichkeit gut bekannt ist und in dieser Reihenfolge wächst.

Schüttelt man eine wässerige Suspension von Kupferrhodanür (von E. Merck-Darmstadt bezogen) mit Stücken von Stangen-Zink, so gehen auch nach einigen Tagen nur sehr geringe Mengen von Zink in Lösung, die mit Ferrocyankalium gerade noch nachweisbar sind. Verwendet man geraspeltes Zink, so geht die Ausfällung etwas rascher vor sich, aber immer noch auffallend langsam. Zu ihrer quantitativen Bestimmung wurde im Filtrat des Kupferrhodanürs das Rhodan mit Silbernitrat titriert;

[1]) Festschrift für R. Dedekind, Braunschweig 1901. S. 151.
[2]) Journ. Chem. Soc. **77**, 1239 (1900).
[3]) Journ. russ. phys. Chem. Ges. **31**, 910 (1900).
[4]) Amer. Chem. Journ. **31**, 268 (1904).
[5]) Ztschr. f. anorgan. Chem. **41**, 132 (1904).
[6]) Ebend. **31**, 458 (1902).

das unter Ausfällung von Kupfer in Lösung gegangene Zink mußte diesem äquivalent sein.

Die Lösung enthielt nach 1 Tage 0,02 Mol $Zn(CNS)_2$
„ 2 „ 0,03 „ „ „
„ 3 „ 0,035 „ „ „

Es war daher vorauszusehen, daß die Ausfällungsgeschwindigkeit durch Legierungen, soweit vorhanden, ebenfalls sehr gering sein mußte. Dies wurde durch den Versuch bestätigt. Beim Schütteln einer wässerigen Suspension von Kupferrhodanür mit einer Legierung von 37,8 % Cu waren nach 18 Tagen nur qualitativ, aber deutlich nachweisbare Mengen von Zinkrhodanid in Lösung gegangen. Bei Anwendung einer Legierung von 49 % Cu ergab die Lösung nach dieser Zeit keine stärkere Rhodanreaktion als eine an Kupferrhodanür gesättigte Lösung; hier war also kein Kupfer ausgefällt worden. Es ist also zu vermuten, daß die Legierungen mit mehr als 45 % Cu, deren Lösungstension, wie oben ausgeführt, beträchtlich kleiner ist als die der Legierungen von geringerem Kupfergehalt, in Rhodanürlösungen nicht mehr unedler sind als Kupfer.

d) Ausfällung von Kupfer aus Kupferjodür.

Die Ausfällung des Kupfers aus Kupferjodür geht rascher vor sich und gibt daher bessere Resultate. Schüttelt man eine Suspension von Kupferjodür mit Zink, so färbt sich die Flüssigkeit sofort dunkel und es scheidet sich bald ein dicker, flockiger, schwarzer Niederschlag von Kupfer aus, während sich gleichzeitig die Lösung nach vollständiger Reduktion des Kupferjodürs klärt. Das ausgefallene Metall ist schwammig und voluminös; offenbar ist durch die große Oberfläche die eigentümliche dunkle Farbe zu erklären.

Schüttelt man Kupferjodür mit Legierungen, so tritt dieselbe Erscheinung auf, falls diese nicht mehr als etwa 15 % Kupfer enthalten. Bei höherem Kupfergehalt geht die Ausfällung langsamer vor sich, und das Metall nimmt mehr und mehr seine hellrote Färbung an. Enthalten die Legierungen weniger als 40 % Kupfer, so ist stets nach einigen Stunden die leuchtendrote Ausfällung sichtbar; gleichzeitig enthält die Lösung größere Mengen von Zinkjodid. Bei Lösungen mit mehr als 45 % Kupfer wird die Ausfällung erst nach mehreren Tagen sichtbar. Es zeigt sich also derselbe Unterschied in der Ausfällungsgeschwindigkeit wie in den ammoniakalischen Lösungen, und die Annahme einer tiefgreifenden chemischen Veränderung der kupferreicheren Legierungen erhält eine weitere Bestätigung.

Legierungen von mehr als 60 % Kupfer sind auch nach mehreren Wochen nicht imstande, Kupfer aus Jodürlösung auszufällen; denn nach dieser Zeit war weder eine rote Ausfällung sichtbar noch Zinkjodid in der Lösung nachweisbar.

Es wurde nun eine Versuchsreihe angesetzt, bei welcher Zinkjodid in bekannter Konzentration mit festem Kupferjodür und den geraspelten Legierungen geschüttelt wurde. Wurde Kupfer ausgefällt, so mußte die Zinkjodidkonzentration zunehmen, andernfalls mußte sie konstant bleiben.

Die Zinkjodidlösung wurde durch Auflösen eines von Merck bezogenen Salzes hergestellt; der hierbei infolge von Hydrolyse entstehende flockige Niederschlag wurde abfiltriert; der Jodidgehalt wurde titrimetrisch mit Silbernitrat und Kaliumchromat als Indikator, der Zinkgehalt gravimetrisch nach Fällung als Karbonat bestimmt. Wie nach der hydrolytischen Abscheidung vorauszusehen war, war die Lösung schwach sauer; sie enthielt z. B. 0,480 g-Äquivalente Jod und nur 0,462 g-Äquivalente Zink. Die folgende Tabelle VII enthält Versuche, die mit dieser und anderen ebenso hergestellten Lösungen ausgeführt wurden. Der Gehalt wurde stets titrimetrisch mit Silbernitrat bestimmt, die angegebenen Zahlen geben die g-Äquivalente Jod im Liter an.

Tabelle VII.

Ausfällung von Kupfer aus Kupferjodür durch Kupfer-Zinklegierungen.

% Cu der Legierung	Tage	Gehalt an $Zn J_2$ (g-Äquivalente J im Liter)		
		vor dem Schütteln	nach dem Schütteln	
52,4		0,076		
	6		0,130	rote Fällung
52,4		0,116		
	3		0,118	rote Fällung
	6		0,155	
55,2		0,116		
	2		0,120	rote Fällung
55,7		0,119		
	3		0,129	rote Fällung
	6		0,132	
56,7		0,0637		
	2		0,0706	rote Fällung
60,0		0,119		
	3		0,142	rote Fällung
62,3		0,125		
	2		0,116	keine Fällung sichtbar
	3		0,106	
65,6		0,067		
	2		0,067	keine Fällung sichtbar
	6		0,058	

% Cu der Legierung	Tage	Gehalt an $Zn J_2$ (g-Äquivalente J im Liter)		
		vor dem Schütteln	nach dem Schütteln	
65,6		0,119		
	14		0,115	keine Fällung sichtbar
	19		0,109	
70,4		0,023		
	6		0,018	keine Fällung sichtbar
	10		0,0085	
	13		0,003	
70,4		0,116		
	3		0,116	keine Fällung sichtbar
	6		0,081	
	10		0,070	
70,4		0,119		
	3		0,117	keine Fällung sichtbar
	5		0,112	
	6		0,102	
70,4		0,119		
	14		0,119	keine Fällung sichtbar
	19		0,115	
70,4		0,489		
	3		0,434	keine Fällung sichtbar
	6		0,415	

Es ergibt sich wieder, daß Legierungen bis zu 60 % Kupfer unter Auflösung von Zink das Kupfer aus dem Jodür auszufällen vermögen. Hierbei wurde beobachtet, daß die rote Farbe des ausgefällten Kupfers im allgemeinen um so eher auftrat, je größer der anfängliche Gehalt der Lösung an Zinkjodid war. Dies zeigt, daß diese Lösungen noch weit entfernt von einem Gleichgewichtszustande sind, und daß wahrscheinlich die Ausfällungsgeschwindigkeit mit der Leitfähigkeit der Lösung parallel geht, wie es nach der Theorie der Lokalelemente zu erwarten ist.

Enthielten die Legierungen mehr als 62 % Kupfer, so konnte niemals, auch nicht nach Wochen, eine Zunahme des Zinkjodidgehaltes und somit eine Ausfällung

von Kupfer bemerkt werden, im Gegenteil, der Gehalt an Zinkjodid nahm in allen Versuchen allmählich ab.

Dieselbe auffällige Erscheinung zeigte sich auch beim Schütteln einer Lösung von Zinkjodid mit reinem Kupfer, unter gleichzeitiger Abscheidung eines gelblichen Niederschlages von Kupferjodür, wie durch folgende kleine Tabelle erläutert wird.

Tage	Gehalt an ZnJ_2 (g-Äquivalente J im Liter)	
	vor dem Schütteln	nach dem Schütteln
	0,062	
2		0,060
6		0,0545
	0,120	
2		0,112
4		0,108
8		0,096
	0,120	
15		0,110
19		0,095

Es scheint also, als ob Zink ausgefällt und Kupfer unter nachträglicher Bildung des unlöslichen Jodürs in Lösung gegangen wäre. Da aber die Reaktion

$$2\,Cu + ZnJ_2 \rightleftarrows Zn + 2\,CuJ,$$

wie vorher gezeigt wurde, von rechts nach links verläuft, so kann in den eben beschriebenen Versuchen kein reines Zink ausgefällt werden. Es müßte vielmehr in Form einer Legierung mit Kupfer von sehr viel geringerem Potential ausfallen, und die in Tabelle VII niedergelegten Versuche haben tatsächlich gezeigt, daß beim Ersatz des Zinks durch eine Legierung mit mehr als 62 % Kupfer die Reaktion in obiger Gleichung nicht mehr von rechts nach links verlaufen kann.

Eine solche, allerdings mögliche, aber doch auffällige Ausfällung von Zink durch Kupfer konnte jedoch nicht bewiesen werden, vielmehr bietet sich mit großer Wahrscheinlichkeit eine andere Erklärung für die Abnahme des Zinkjodidgehaltes beim Schütteln mit Kupfer: der in den Lösungen vorhandene und beim jedesmaligen Öffnen der Flaschen neu hinzutretende Sauerstoff verbindet sich mit dem Kupfer zu Kupferoxydul, und dieses setzt sich mit Zinkjodid um zu Zinkoxyd und Kupferjodür. Da beide Stoffe unlöslich sind, muß der Gehalt der Lösung an Zink- und Jodionen abnehmen.

Diese Reaktion tritt tatsächlich ein; denn in dem entstehenden Niederschlag wurden neben Kupferjodür reichliche Mengen von Zinkoxyd nachgewiesen. Eine Ausfällung von metallischem Zink, beziehungsweise einer Legierung, ist daher nicht erwiesen.

Die Versuche mit Kupferjodür haben aber zu dem sicheren, schon im Abschnitt c vermuteten Ergebnis geführt, daß die Lösungstension der Kupfer-Zinklegierungen in dem Intervall von 60—62 % Kupfer eine zweite starke Änderung erleidet, so daß die Existenz einer zweiten chemischen Verbindung zwischen diesen beiden Metallen wahrscheinlich gemacht wird.

e) Die Passivität der Kupfer-Zinklegierungen.

Die Annahme dieser zweiten chemischen Verbindung zwischen Kupfer und Zink wird durch eine Reihe von Geschwindigkeitsmessungen gestützt, die die Ausfällung des Kupfers aus seinen nicht komplexen und leicht löslichen Salzen behandeln. Aus diesen muß das Kupfer durch sämtliche Legierungen mit Zink ausgefällt werden, gleichgültig, ob diese eine chemische Verbindung oder eine Mischung darstellen, denn stets hat die Legierung einen größeren Lösungsdruck als das Kupfer und muß bei annähernd gleicher Ionenkonzentration gegen dieses ein unedleres Potential annehmen.

Aus diesem Grunde entsteht bei allen Legierungen, auch bei einem Gehalte von 95% Kupfer beim Schütteln mit Kupferchloridlösung bald eine deutliche rote Ausfällung, und die blaugrüne Lösung wird allmählich entfärbt. Ganz anders verhalten sich jedoch die Legierungen gegenüber den Lösungen von Kupfersulfat und -nitrat. Aus diesen vermögen nur Legierungen mit weniger als 60% Kupfer eine rasche rote Ausfällung hervorzurufen. Bei höherem Kupfergehalt bleibt eine solche auch bei tagelangem Schütteln aus, und die Färbung der Lösung scheint unverändert zu sein. Quantitative Messungen ergaben allerdings, daß eine langsame Kupferausfällung eintritt, doch ist die Größenordnung ihrer Geschwindigkeit eine andere als bei den kupferärmeren Legierungen.

Tabelle VIII gibt einen Überblick über diese Verhältnisse. Es wurden Lösungen von bekanntem Gehalt mit den abgewogenen Mengen der geraspelten Legierungen im Thermostaten geschüttelt und nach der angegebenen Zeit der Kupfergehalt jodometrisch bestimmt. Wiederum waren die Mengen der Legierungen so gewählt, daß in allen Flaschen einer Versuchsreihe gleich viel Zink enthalten war. Eine merkliche Reduktion zu Cuprosalz war niemals eingetreten.

Tabelle VIII.

Ausfällung von Kupfer aus Sulfat und Nitrat durch Kupfer-Zinklegierungen.

Anfangsgehalt der Lösung 0,10 Äquivalente $CuSO_4$. (Kurve 1 in Figur 2.)

% Cu der Legierung	44,3	49,1	55,2	56,9	65,2	70,4
Ausgefällt:						
Äquivalente $CuSO_4$ in 18 Std. . .	**0,10**	**0,10**	**0,092**	**0,086**	0,014	0,013
„ 22 „ . .	—	**0,10**	**0,10**	**0,081**	0,023	—
„ 24 „ . .	—	**0,10**	**0,10**	**0,089**	0,020	0,019

Anfangsgehalt der Lösung 0,125 Äquivalente $CuSO_4$. (Kurve 2 in Figur 2.)

% Cu der Legierung	55,2	56,9	59,0	60,0	65,2	70,4
Ausgefällt:						
Äquivalente $CuSO_4$ in 18 Std. . .	**0,125**	**0,125**	—	—	0,030	0,025
„ 42 „ . .	**0,125**	**0,125**	**0,125**	**0,125**	0,029	0,022

Anfangsgehalt der Lösung 0,118 Äquivalente $Cu(NO_3)_2$.

% Cu der Legierung	55,2	65,2	70,4
Ausgefällt:			
Äquivalente $Cu(NO_3)_2$ in 18 Std.	**0,115**	0,012	—

Anfangsgehalt der Lösung 0,262 Äquivalente $Cu(NO_3)_2$. (Kurve 3 in Figur 2.)

% Cu der Legierung	55,2	62,3	65,2	70,4
Ausgefällt:				
Äquivalente $Cu(NO_3)_2$ in 18 Std.	0,163	0,027	0,029	0,010
„ 42 „	—	0,058	—	—
„ 66 „	—	0,066	—	—

Figur 2, die die Ergebnisse graphisch darstellt, zeigt dasselbe Bild wie Figur 1, d. h. ein sehr starkes Abfallen der Ausfällungsgeschwindigkeit in einem engen Konzentrationsbereich der Legierung.

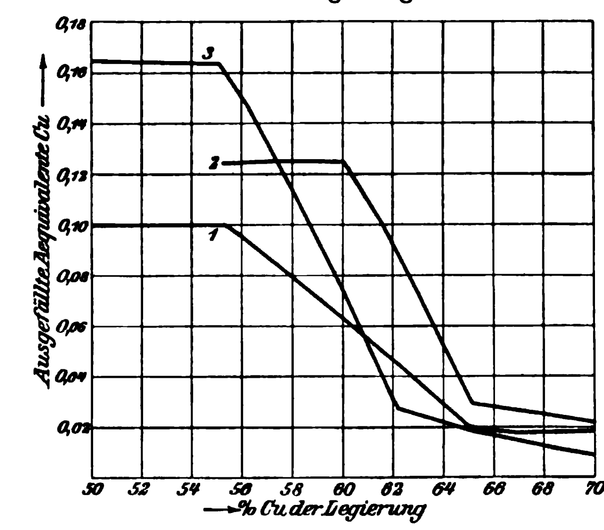


Fig. 2.

In demselben Intervall von 60—62% Kupfer, in welchem die Lösungstension der Legierungen zu klein wird, um die Reduktion von Kupferjodür und Cuproammoniak hervorzurufen, hört auch die Fähigkeit auf, Kupfer aus Sulfat- und Nitratlösungen rasch auszufällen. Wir haben also ebenso wie bei den Legierungen von 41—45% Kupfer mehrere unabhängige Beweise für die plötzliche Verminderung des Lösungsdruckes.

Ebenso wie die Legierungen von über 45% Kupfer gegenüber dem Cuproammoniaksulfat, sind die Legierungen mit mehr als 62% Kupfer dem Cuprisulfat und -nitrat gegenüber als passiv zu bezeichnen. Denn obwohl die Ausfällung des Kupfers durch sie mit einer beträchtlichen Abnahme der freien Energie verbunden ist — ihr Betrag wird weiter unten berechnet werden —, geht dieser Vorgang doch nur mit sehr geringer Geschwindigkeit vor sich. Dies Verhalten ist z. B. mit dem des passiven Eisens in Lösungen von Silbernitrat durchaus zu vergleichen, besonders da die Ausfällung aus Chlorid sehr rasch vor sich geht. Diese Passivität ist wohl die Ursache der übereinstimmenden Angaben älterer Forscher[1]), nach denen Messing Kupfer nicht aus seinen Salzlösungen auszufällen vermag.

Sind die Lösungen sauer, so wird die Ausfällungsgeschwindigkeit vergrößert, und zwar nach Maßgabe des Säuretiters. Dies wird z. B. durch folgende Versuchsreihe erläutert.

0,3 g Legierung (65,2% Cu), 0,10 g-Äquivalente $CuSO_4$.

Äquivalente H_2SO_4	Ausgefällt in 18 Std. Äquivalente $CuSO_4$
0	0,010
0,1	0,016
0,2	0,056 rote Fällung
0,5	0,070 „

[1]) Vergl. z. B. Dammer, Handb. d. anorgan. Chem. II, 2, 742.

Man kann also durch den Zusatz freier Säure (ebenso wie durch den von Halogensalzen) Übergänge zwischen dem passiven und aktiven Zustande herstellen. Diese Tatsache ist für die Theorie der Passivität von Wichtigkeit und steht mit den von mir an anderer Stelle[1]) entwickelten Gesichtspunkten im Einklang.

f) Ausfällung von Kupfer aus Bromür und Chlorür.

Aus den Lösungen von Bromür und Chlorür wird Kupfer durch alle Legierungen, selbst solche von 94% Kupfer, rasch ausgefällt. Schüttelt man eine wässerige Suspension des Bromürs — hergestellt aus Bromid und schwefliger Säure — mit reinem Zink, so wird das Kupfer, ebenso wie aus dem Jodür (vergl. S. 276) momentan in dicken schwarzen Flocken gefällt. Durch Legierungen, die nicht sehr wenig Kupfer enthalten, wird es in kompakter, roter Form gefällt.

In Lösungen von Chlorür dagegen, denen gerade so viel freie Salzsäure hinzugefügt ist, daß sich kein gelbes Oxydul hydrolytisch abscheidet, entsteht Kupfer stets, auch bei der Fällung durch reines Zink, als roter Niederschlag, doch ist dieser um so schwammiger, je zinkreicher die Legierung ist.

Aus diesen Versuchen kann mit großer Wahrscheinlichkeit geschlossen werden, daß die Lösungstension von Legierungen, die mehr als 62% Kupfer enthalten, keine starke Änderung mehr erfährt, da sie stets ausreichend ist, um Kupfer aus der Bromürlösung auszufällen. Diese Legierungen sind daher als Mischungen oder Lösungen der zweiten Kupfer-Zink-Verbindung mit reinem Kupfer aufzufassen.

g) Berechnung des Lösungsdruckes der Kupfer-Zinklegierungen.

Durch die im vorhergehenden beschriebenen Versuche ist bewiesen worden, daß es zwei chemische Verbindungen zwischen Kupfer und Zink gibt, von denen die eine in den Legierungen von 45—60% Kupfer, die zweite im Gebiete von 62—100% Kupfer potentialbestimmend ist. Legierungen mit weniger als 41% Kupfer haben wahrscheinlich angenähert das Potential des reinen Zinks, weil sie alle Fällungsreaktionen desselben hervorrufen können. Im folgenden soll der ungefähre Wert der Lösungstensionen dieser einzelnen Legierungen und damit der der freien Bildungsenergie der einzelnen Verbindungen berechnet werden.

Nach der Nernstschen Theorie ist, wie öfters ausgeführt, die Potentialdifferenz zwischen den Metallen Kupfer und Zink in einer gemeinsamen Lösung ihrer Salze

$$\pi = \frac{RT}{n\varepsilon} \ln \frac{C_{Zn}}{c_{Zn}} - \frac{RT}{n\varepsilon} \ln \frac{C_{Cu}}{c_{Cu}}, \qquad (1)$$

wenn C die Lösungsdrucke und c die Ionenkonzentrationen bedeuten. Wenn π positiv ist, so geht Zink in Lösung und Kupfer wird ausgefällt.

Ersetzt man das Zink durch eine Legierung, deren Lösungstension mit C'_{Zn} bezeichnet sei, so erhält man die Potentialdifferenz

$$\pi' = \frac{RT}{n\varepsilon} \ln \frac{C'_{Zn}}{c_{Zn}} - \frac{RT}{n\varepsilon} \ln \frac{C_{Cu}}{c_{Cu}}. \qquad (2)$$

[1]) Zeitschr. f. Elektrochem. **10**, 841 (1904).

Dieser Wert ist positiv, wenn Kupfer durch die Legierung aus der betreffenden Lösung ausgefällt wird, negativ oder null, wenn die Ausfällung unterbleibt. Da die Werte $\frac{RT}{n\varepsilon} \ln \frac{C_{Cu}}{c_{Cu}}$ für alle von mir untersuchten Lösungen bekannt und die Ionenkonzentrationen c_{Zn} berechenbar sind, so läßt sich aus dem Auftreten oder Ausbleiben der Ausfällung die Lösungstension C'_{Zn} wenigstens innerhalb gewisser Grenzen einschließen.

Das Ergebnis der Fällungsversuche kann folgendermaßen zusammengefaßt werden.

Legierungen bis 41% Cu (Legierungen I) fällen Kupfer aus allen Lösungen, also auch aus Cyanür und Rhodanür.

Legierungen von 45—60% Cu (Legierungen II) fällen Kupfer nicht aus Cyanür und Rhodanür, dagegen aus Jodür und dem Ammoniakkomplex.

Legierungen von 62—100% Cu (Legierungen III) fällen Kupfer auch nicht aus Jodür und dem Ammoniakkomplex, dagegen aus Bromür und Chlorür.

Am einfachsten gestaltet sich die Berechnung des Lösungsdruckes für die Versuche an den schwer löslichen Salzen. Nach den Messungen von Cl. Immerwahr[1]) ist das Potential des Kupfers, bezogen auf das Wasserstoffpotential in n-Säure als Nullwert, in den Lösungen seiner schwerlöslichen Oxydulsalze bei Gegenwart von 0,05 Mol. eines Elektrolyten mit gleichem Anion

$$\begin{aligned} Cu / CuCNS &= + 0{,}203 \text{ Volt} \\ Cu / CuJ &= + 0{,}090 \text{ „} \\ Cu / CuBr &= - 0{,}127 \text{ „} . \end{aligned}$$

Da die angestellten Fällungsversuche in Lösungen vorgenommen wurden, die an Zinksalzen ungefähr 0,05 normal waren, so gelten für die Lösungsdrucke C^{I}, C^{II}, C^{III} der Legierungen I, II, III die Ungleichungen

$$\frac{RT}{2\varepsilon} \ln \frac{C^{I}}{0{,}05} > 0{,}203 \text{ Volt} \qquad \text{(a)} \quad \text{(Fällung aus Rhodanür),}$$

$$\frac{RT}{2\varepsilon} \ln \frac{C^{II}}{0{,}05} \begin{matrix} > 0{,}090 \text{ Volt} \\ < 0{,}203 \text{ „} \end{matrix} \qquad \text{(b)} \quad \text{(Fällung aus Jodür, Nichtfällung aus Rhodanür),}$$

$$\frac{RT}{2\varepsilon} \ln \frac{C^{III}}{0{,}05} \begin{matrix} > - 0{,}127 \text{ Volt} \\ < + 0{,}090 \text{ „} \end{matrix} \qquad \text{(c)} \quad \text{(Fällung aus Bromür, Nichtfällung aus Jodür).}$$

Eine Vermehrung der Ionenkonzentration um das 20fache vermindert die Potentialdifferenz um etwa 0,04 Volt, daher gelten für die Elektrodenspannungen der Legierungen in an Zn-Ionen normaler Lösung die Ungleichungen

$$\frac{RT}{2\varepsilon} \ln C^{I} > 0{,}16 \text{ Volt}$$

$$\frac{RT}{2\varepsilon} \ln C^{II} \begin{matrix} > 0{,}05 \text{ „} \\ < 0{,}16 \text{ „} \end{matrix}$$

$$\frac{RT}{2\varepsilon} \ln C^{III} \begin{matrix} > - 0{,}17 \text{ „} \\ < + 0{,}05 \text{ „} . \end{matrix}$$

[1]) Zeitschr. f. Elektrochem. 7, 477, (1901).



Das Potential des reinen Zinks in an Zn-Ionen normaler Lösung ist nach Wilsmore[1])

$$\frac{RT}{2\varepsilon} \ln C_{Zn} = 0{,}77 \text{ Volt.}$$

Die Potentialdifferenz der Legierungen gegen reines Zink, d. h. die Erniedrigung des Lösungsdruckes, beträgt daher

$$\pi_{Leg\,I} - \pi_{Zn} = \frac{RT}{2\varepsilon} \frac{C^{I}}{C_{Zn}} > -0{,}61 \text{ Volt}$$

$$\pi_{Leg\,II} - \pi_{Zn} = \frac{RT}{2\varepsilon} \frac{C^{II}}{C_{Zn}} \begin{matrix} < -0{,}61 \text{ „} \\ > -0{,}72 \text{ „} \end{matrix}$$

$$\pi_{Leg\,III} - \pi_{Zn} = \frac{RT}{2\varepsilon} \frac{C^{III}}{C_{Zn}} \begin{matrix} < -0{,}72 \text{ „} \\ > -0{,}94 \text{ „} \end{matrix}$$

Aus den Fällungsversuchen in den komplexen Lösungen ergeben sich folgende Werte:

In cyankalischer Lösung ist nach den Angaben Bodländers[2]) die Potentialdifferenz zwischen Zink und Kupfer gegeben durch die Gleichung

$$\pi = 1{,}287 - 0{,}029 \log \frac{D_{Zn}}{c_{CN}^{3}} - 1{,}098 + 0{,}058 \log \frac{D_{Cu}}{c_{CN}^{3,5}} \text{ Volt,}$$

wenn D die Konzentration des betreffenden Komplexsalzes und c_{CN} die der freien Cyanionen bedeutet. Tritt an die Stelle des reinen Zinks eine Legierung, so ändert sich nur der Wert der ersten Konstanten; für den Wert 1,287 tritt dann der Wert x ein.

Die Potentialdifferenz zwischen reinem Zink und der Legierung ist dann gegeben durch

$$\pi_{Leg} - \pi_{Zn} = x - 1{,}287.$$

In meinen Fällungsversuchen betrug ungefähr $D_{Zn} = D_{Cu} = 0{,}1$ und $c_{CN} = 0{,}1$ (eine Änderung von D selbst um das Zehnfache verändert den π-Wert nur geringfügig); mithin ist

$$\begin{aligned} \pi &= x - 0{,}058 - 1{,}098 + 0{,}145 \text{ Volt} \\ &= x - 1{,}011 \text{ Volt.} \end{aligned}$$

Für die Legierungen I (Fällung von Kupfer aus Cyankalium) ergibt sich daher

$$x^{I} > 1{,}011 \text{ Volt}$$

und für die Legierungen II (Nichtfällung aus Cyankalium)

$$x^{II} < 1{,}011 \text{ Volt.}$$

Daraus folgt für die Potentialdifferenz zwischen diesen Legierungen und dem reinen Zink

$$\pi_{Leg\,I} - \pi_{Zn} > x^{I} - 1{,}287 > -0{,}276 \text{ Volt}$$

$$\text{und } \pi_{Leg\,II} - \pi_{Zn} < -0{,}276 \text{ „}$$

Beide Werte reihen sich den oben gegebenen gut ein.

Zur Berechnung der Fällungsversuche aus ammoniakalischer Lösung ist es zweckmäßig auf Gleichung (2) zurückzugreifen und die Ionenkonzentrationen c_{Zn} und

[1]) Zeitschr. f. physik. Chem. 35, 291, (1900).

[2]) Ber. d. deutsch. chem. Gesellsch. 36, 3933, (1903) nach Versuchen von Kunschert, Zeitschr. f. anorg. Chem. 41, 359 (1904).

c_{Cu} aus den von Bodländer[1]) und Euler[2]) bestimmten Komplexkonstanten zu berechnen. Nach Euler treten zu einer Zinkmolekel 4 Molekeln Ammoniak. Zwischen den freien Zinkionen und dem Komplexsalz besteht die Gleichung

$$c_{Zn} \cdot [NH_3]^4 = k_1 \cdot [Zn(NH_3)_4^{\cdot\cdot}].$$

Entsprechend ist für den Cuproammoniakkomplex, dessen Molekel nach den übereinstimmenden Ergebnissen von Bodländer[1]) und mir[3]) nur 2 Molekeln Ammoniak enthält

$$c_{Cu} \cdot [NH_3]^2 = k_2 [Cu(NH_3)_2^{\cdot}].$$

Gleichung (2) nimmt nach einer einfachen Umformung die Form an

$$\pi = \frac{RT}{2\varepsilon} \ln C' - \frac{RT}{\varepsilon} \ln C_{Cu} - \frac{RT}{2\varepsilon} \ln \frac{c_{Zn}}{c_{Cu^{\cdot}}^2}.$$

Es ist
$$\frac{c_{Zn}}{c_{Cu^{\cdot}}^2} = \frac{k_1}{k_2^2} \cdot \frac{[Zn(NH_3)_4^{\cdot\cdot}]}{[Cu(NH_3)_2^{\cdot}]^2},$$

also das Verhältnis der Ionenkonzentrationen und daher auch die Potentialdifferenz, unabhängig von dem Ammoniakgehalt.

Sind die Lösungen an Zink- und Kupfersalz je 0,1 normal, so ergibt sich, da nach Bodländer $k_2 = 1{,}84 \cdot 10^{-9}$ und nach Euler $k_1 = 2{,}6 \cdot 10^{-10}$ ist,

$$\frac{c_{Zn}}{c_{Cu^{\cdot}}^2} = \frac{2{,}6 \cdot 10^{-10}}{3{,}4 \cdot 10^{-18} \cdot 0{,}1} = 0{,}765 \cdot 10^9.$$

Der Zahlenwert von $\frac{RT}{2\varepsilon} \ln \frac{c_{Zn}}{c_{Cu}^2}$ beträgt dann $8{,}9 \cdot 0{,}029 = 0{,}26$ Volt.

Ferner ist nach Bodländer und Storbeck[4]) die Elektrodenspannung für einwertiges Kupfer $\frac{RT}{\varepsilon} \ln Cu = -0{,}454$ Volt; mithin wird in ammoniakalischer Lösung

$$\pi = \frac{RT}{2\varepsilon} \ln C' + 0{,}454 - 0{,}26 \text{ Volt}.$$

Für die Legierungen II (Ausfällung von Kupfer aus dem Ammoniakkomplex) ist daher

$$\frac{RT}{2\varepsilon} \ln C^{II} > 0{,}194 \text{ Volt}$$

und entsprechend für Legierung III (Nichtausfällung)

$$\frac{RT}{2\varepsilon} \ln C^{III} < 0{,}194 \text{ Volt}.$$

Die Potentialdifferenz zwischen diesen Legierungen und Zink ist dann

$$\pi_{Leg\,II} - \pi_{Zn} > -0{,}58 \text{ Volt}$$
$$\pi_{Leg\,III} - \pi_{Zn} < -0{,}58 \text{ „}.$$

Eine Zusammenstellung der nach den verschiedenen Methoden berechneten Werte ergibt:

---

1) Festschrift für Dedekind, Braunschweig 1901, 5, 153.
2) Ber. d. deutsch. chem. Gesellsch. 36, 3400, (1903).
3) Vergl. S. 274.
4) Zeitschr. f. anorgan. Chem. 31, 1 u. 458, (1902).

$\pi_{Leg\,I} - \pi_{Zn} > -0{,}28$ Volt (Ausfällung aus Cyanür)
$> -0{,}61$ „ („ „ Rhodanür);
$\pi_{Leg\,II} - \pi_{Zn} < -0{,}28$ Volt (Nichtausfällung von Cyanür)
$< -0{,}61$ „ („ „ Rhodanür)
$> -0{,}58$ „ (Ausfällung von Ammoniakkomplex)
$> -0{,}72$ „ („ „ Jodür);
$\pi_{Leg\,III} - \pi_{Zn} < -0{,}58$ „ Nichtausfällung von Ammoniakkomplex
$< -0{,}72$ „ „ „ Jodür
$> -0{,}94$ „ Ausfällung von Bromür.

Die Legierungen I scheinen keine chemische Verbindung, sondern ein Gemenge oder wahrscheinlicher eine feste Lösung von Kupfer in Zink darzustellen, da ihre Lösungstension nur wenig oder gar nicht von der des reinen Zinks verschieden ist. In den Legierungen II ist jedenfalls kein freies Zink mehr vorhanden, doch führt die Berechnung ihrer Lösungstension zu einem geringen Widerspruch, indem dieselbe $< -0{,}61$ und $> -0{,}58$ Volt sein soll. Diese Abweichung kann entweder dadurch bedingt sein, daß die zur Berechnung benutzten Konstanten der Ammoniakkomplexe nicht ganz richtig sind[1]) — dann würde sich die Grenze $-0{,}58$ Volt verschieben — oder dadurch, daß nach sehr langer Zeit schließlich doch eine Ausfällung von Kupfer aus Rhodanür durch diese Legierungen eintritt. Jedenfalls begeht man keinen großen Fehler, wenn man den Lösungsdruck dieser ersten chemischen Verbindung zu rund 0,6 Volt unter dem des Zinks annimmt; der Lösungsdruck der zweiten Verbindung liegt dann rund 0,2 Volt unter dem der ersten.

Es entsteht nun die Frage nach der Zusammensetzung und Formel dieser Verbindungen.

Ältere Autoren[2]) haben in den Kupfer-Zinklegierungen die Verbindungen $CuZn_2$, Cu_2Zn_3, $CuZn$, Cu_2Zn angenommen. Ihre prozentische Zusammensetzung ist

$CuZn_2 = 32{,}7\,\%$ Cu $67{,}3\,\%$ Zn
$Cu_2Zn_3 = 39{,}4$ „ „ $60{,}6$ „ „
$CuZn = 49{,}3$ „ „ $50{,}7$ „ „
$Cu_2Zn = 66{,}1$ „ „ $33{,}9$ „ „ .

Die von mir festgestellten Unstetigkeiten des Lösungsdruckes liegen aber nicht bei Zusammensetzungen, die diesen oder andern einfachen stöchiometrischen Verhältnissen entsprechen, nämlich in dem Intervall zwischen 41 und 45, ferner zwischen 60 und 62 % Kupfer. Sie sind daher nicht durch das plötzliche Auftreten dieser oder ähnlicher Verbindungen zu erklären.

Dieses Ergebnis darf nicht befremden. Man muß sich nämlich klar machen, daß durch die benutzten Methoden beim Aufsteigen zu kupferreicheren Legierungen nicht das Auftreten einer neuen Lösungstension, sondern vielmehr das Verschwinden einer vorher vorhandenen festgestellt wird. Die Ausfällung des Kupfers, z. B. aus Cyankalium, bleibt nicht bei dem Kupfergehalt aus, bei dem eine

[1]) Bonsdorff, Zeitschr. f. anorgan. Chem. **41**, 132, (1904) schließt aus seinen Messungen, daß der Zinkammoniakkomplex nicht 4 sondern nur 2 Mol. NH_3 enthält.

[2]) Vergl. die unten folgende Zusammenstellung.



chemische Verbindung in der Legierung auftritt, vielmehr dann, wenn diese kein freies Zink, sondern dieses nur noch in der chemischen Verbindung enthält. Beide Punkte brauchen keineswegs zusammen zu fallen, sondern es kann möglicherweise in der geschmolzenen Legierung ein Dissoziations-Gleichgewicht zwischen der Verbindung und ihren Komponenten bestehen[1]) nach der Gleichung $Cu_x Zn_y \rightleftarrows x\,Cu + y\,Zn$ (ebenso wie zwischen dem Dampf von Chlorammonium, Ammoniak und Chlorwasserstoff), so daß sich beim Erstarren neben der Verbindung auch die reinen Komponenten ausscheiden. Das freie Zink verschwindet nach dem Massenwirkungsgesetze praktisch dann, wenn Kupfer in einem gewissen Überschuß vorhanden ist. Dieser Punkt liegt nach meinen Versuchen offenbar bei einem Gehalt von 41 bis 45 % Kupfer, also bei einem höheren Kupfergehalt als der Verbindung entspricht, deren Lösungstension dann für die Legierung potentialbestimmend ist und durch die Fällungsversuche gemessen wird.

Existiert noch eine kupferreichere Verbindung, wie aus dem zweiten Sprung der Lösungstension um 0,2 Volt hervorgeht, so wird die Spaltung nicht zu freiem Kupfer, sondern zu dieser Verbindung und Zink führen, nach dem Schema

$$Cu_x Zn_y \rightleftarrows Cu_x Zn_{y-z} + z\,Zn;$$

diese zweite Verbindung ist ihrerseits gespalten in die erste und freies Kupfer. Bei einem bestimmten Überschuß von Kupfer wird auch diese Dissoziation praktisch vollständig zurückgedrängt, und das Potential der kupferreicheren Verbindung ist für die Legierung maßgebend und daher durch die Ausfällungsversuche bestimmbar.

Durch die weiter unten zu beschreibenden Schmelzpunktsbestimmungen wird auch im Anschluß an ältere Angaben die Annahme begründet werden, daß diesen beiden Verbindungen die Formeln $CuZn_2$ und $CuZn$ zukommen, daß also in den Kupfer-Zinklegierungen je nach ihrem Gehalte die Dissoziationszustände

$$CuZn_2 \rightleftarrows CuZn + Zn \quad \text{und} \quad 2\,CuZn = CuZn_2 + Cu$$

bestehen. Ob dieselben aber nach der Erstarrung in ihrem Gleichgewichte bestehen bleiben, oder sich nach der Abkühlung noch in einer sehr langsamen Umwandlung befinden, kann durch die vorliegenden Versuche nicht entschieden werden.

Eine solche Dissoziation der Metallverbindungen in der Legierung ist vom chemischen Standpunkt außerordentlich wahrscheinlich. Die Metalle können als Elemente gleicher elektropositiver Natur nur geringe Affinitätsäußerungen gegeneinander betätigen; ihre Verbindungen werden daher allgemein zu einer Dissoziation neigen[2]).

Eine weitere unabhängige Bestimmung der Abnahme, welche die Lösungstension der Legierungen bei gewissen Zusammensetzungen erfährt, könnte dadurch vorgenommen werden, daß man nicht die Ausfällung des Kupfers aus seinen Komplex- oder unlöslichen Salzen, sondern die Ausfällung solcher Metalle durch Kupfer-Zinklegierungen bestimmt, die in der Spannungsreihe zwischen Zink und Kupfer stehen, also z. B. von Kadmium, Nickel, Blei. Bei den Vorversuchen, welche die Ausfällung dieser Metalle durch reines Zink betrafen, haben sich aber eine Reihe von auffallenden

[1]) Vergl. Kremann, Dissoziation in organischen Schmelzen. Monatshefte der Chemie **25**, 1215 (1904).

[2]) Vergl. z. B. Abegg, Die Valenz usw., Ztschr. f. anorgan. Chem. **39**, 330 (1904).

Verlangsamungserscheinungen gezeigt, deren Aufklärung die Arbeit wesentlich verwickelt hätte. So ist z. B. Zink nicht imstande, das edlere Kadmium oder Nickel aus der Lösung ihrer Nitrate auszufällen. Wir haben hier einen neuen Fall der Passivität des Zinks, der sich dem Verhalten desselben in Kupfercyanür und Rhodanür an die Seite stellt.

Es wurde daher von einer weiteren Untersuchung dieser Ausfällungen vorläufig Abstand genommen, besonders da die im folgenden zu beschreibenden Versuche die bisherigen Ergebnisse durchaus bestätigen.

3. Die Angreifbarkeit von Kupfer-Zinklegierungen.

(Nach Versuchen von Dr. P. Mauz.)

Da die Kupfer-Zinklegierungen, wie die vorstehend beschriebenen Versuche ergeben haben, nicht als ein mechanisches Gemenge der beiden Metalle aufzufassen sind, so wird ihre Angreifbarkeit keine gleichmäßige Funktion ihrer Zusammensetzung sein, sondern in den sog. kritischen Intervallen eine stärkere Änderung erleiden als in anderen. Ehe jedoch diese Folgerung einer experimentellen Prüfung unterzogen wurde, mußte die Angreifbarkeit der reinen Metalle Kupfer und Zink festgestellt werden. Zink löst sich, wie bekannt, in Säuren, selbst verdünnter Essigsäure, unter lebhafter Wasserstoffentwickelung auf, nach den Versuchen von Ericson und Palmaer[1]) allerdings nur dann, wenn es nicht völlig rein ist. Der Wasserstoff entwickelt sich nämlich an den Verunreinigungen, z. B. Blei oder Eisen, an denen er eine geringere Überspannung besitzt, so daß die Auflösung des Zinks anodisch in einem Lokalelement stattfindet. Demnach ist die Leitfähigkeit der Lösung für die Auflösungsgeschwindigkeit des Zinks maßgebend[2]).

Die Angreifbarkeit des Kupfers durch Säuren ist unter allen Umständen klein gegen die des Zinks, da sie nicht durch direkte Entladung von Wasserstoffionen, sondern nur durch die Gegenwart von Luft bedingt wird. Sie beruht daher ebenso wie die des Zinns und Bleis auf einem Oxydationsvorgang.

Da außer einer Mitteilung von Berthelot[3]), daß nämlich Kupfer sich bei Gegenwart von Luft auch in verdünnten Säuren auflöst, in der Litteratur keine Angaben über diesen Gegenstand vorliegen, wurde die Angreifbarkeit des Kupfers durch Säuren und Ammoniak nach der beim Blei erprobten Methode[4]) untersucht.

Zu diesem Zwecke wurden aus 0,9 mm starkem, von Kahlbaum bezogenen Kupferblech Platten von der Größe 175 × 72 mm geschnitten und in den früher beschriebenen Gefäßen der Einwirkung von je 1 Liter der Versuchsflüssigkeit ausgesetzt. Bei Anwendung von Luftrührung wurde das Volumen der hindurchgesaugten Luft mit einer Gasuhr gemessen. Zwischen den einzelnen Versuchen wurden die Platten in destilliertem Wasser aufbewahrt. Die Analyse der Lösungen erfolgte auf kolorimetrischem Wege nach dem Zusatze von Ammoniak. Hierzu diente ein

---

[1]) Zeitschr. f. physik. Chem. **45**, 193 (1903).
[2]) Vergl. auch neuere Versuche von Brunner, Zeitschr. f. physik. Chem. **51**, 95 (1905).
[3]) C. r. de l'acad. des sciences **87**, 619 (1878).
[4]) Arb. a. d. Kaiserl. Gesundheitsamte **22**, 205 (1904).

Diaphanometer nach **König**, als Vergleichslösung 2 Kupferammoniaklösungen, von denen die eine 160 mg Cu, die andere 32 mg Cu im Liter enthielt. Vergleichsbestimmungen durch elektrolytische Kupferausscheidung ergaben, daß die kolorimetrische Methode häufig um einige Prozente zu hohe Werte anzeigte. Doch kann der hierdurch bedingte Fehler vernachlässigt werden, da allen in den folgenden Tabellen wiedergegebenen Zahlen nicht absolute, sondern nur relative Genauigkeit zukommt.

Die folgenden Tabellen enthalten die mit Schwefelsäure, Salzsäure, Milchsäure, Essigsäure und Ammoniak verschiedener Konzentration erhaltenen Resultate.

Tabelle IX.

Angreifbarkeit von reinem Kupfer ohne Luftrührung in 18 Stunden.

Art der Säure	Von 1 Liter Säure wurden gelöst mg Kupfer		
	Platte a	Platte b	Mittel
1/20 n Salzsäure . . .	100,0	92,0	96,0
1/20 n Schwefelsäure .	26,0	27,4	26,7
1/2 n Schwefelsäure .	34,0	24,0	29,0
1/20 n Essigsäure . . .	22,0	24,0	23,0
1/2 n Essigsäure . . .	16,0 14,8	13,2 12,8	14,2
1/20 n Milchsäure . .	20,0	18,8	19,4
1/2 n Milchsäure . . .	15,2 18,0	12,0 18,0	15,8
1/20 n Ammoniak . .	36,8	32,0	34,4

Tabelle X.

Angreifbarkeit von reinem Kupfer bei Luftrührung in 18 Stunden.

Art der Säure	Liter Luft in der Stunde	Von 1 Liter Säure wurden gelöst mg Kupfer		
		Platte a	Platte b	Mittel
1/20 n Salzsäure . . .	3,80	1080,0	1350,0	1215,0
1/20 n Schwefelsäure . .	0,24	87,0	105,0	96,0
	0,60	151,0	160,0	155,5
	1,20	208,0	214,0	211,0
	6,40	510,0	472,0	291,0
1/2 n Schwefelsäure . .	0,24	138,2	129,2	133,7
	0,60	157,0	145,0	151,0
	1,20	200,0	247,8	224,0
	6,40	575,0	560,0	568,0
1/20 n Essigsäure . . .	1,80	99,0	103,0	101,0
1/2 n Essigsäure . . .	1,80	138,0	142,0	140,0
1/20 n Milchsäure . . .	0,6	69,5	67,5	68,5
1/2 n Milchsäure . . .	0,6	76,0	78,0	77,0

Tabelle XI.

Angreifbarkeit von reinem Kupfer bei Luftrührung in 4 Stunden.

Art der Säure	Liter Luft in der Stunde	Von 1 Liter Flüssigkeit wurden gelöst mg Kupfer		
		Platte a	Platte b	Mittel
$^1/_{20}$ n Salzsäure . . .	2,12	185,0	238,0	211,5
	0,70	34,9	36,9	35,9
$^1/_{20}$ n Schwefelsäure . .	0,85	39,2	38,1	38,7
	15,00	85,3	102,7	94,0
$^1/_{20}$ n Schwefelsäure + $^1/_{20}$ n Chlornatriumlösung	2,12	156,0	178,0	167,0
	0,70	31,3	40,8	36,1
$^1/_2$ n Schwefelsäure . .	0,85	44,9	38,4	41,7
	15,00	108,1	110,0	109,1
$^1/_{20}$ n Essigsäure . . .	0,85	24,2	22,4	23,2
	17,00	53,0 (?)	32,0	42,5 (?)
$^1/_2$ n Essigsäure . . .	0,85	29,6	32,0	30,8
	17,00	54,5	56,5	55,5
$^1/_{20}$ n Milchsäure . . .	14,60	27,4	21,0	24,2
$^1/_2$ n Milchsäure . . .	14,60	30,8	29,2	30,0
$^1/_{20}$ n Ammoniak . . .	1,05	18,0	17,0	17,5
$^1/_2$ n Ammoniak . . .	4,2	610,0	528,0	569,0

Die Auflösungsgeschwindigkeit des Kupfers wächst mit der Geschwindigkeit des durch die Lösung gesaugten Luftstromes und mit der Stärke der Säure. In Salzsäure ist sie jedoch viel größer als in der nahezu gleich starken Schwefelsäure. $^1/_{20}$ n Ammoniak besitzt eine ähnliche lösende Wirkung wie eine äquivalente schwache Säure, $^1/_2$ n Ammoniak eine viel stärkere als Schwefelsäure.

Für die Auflösung des Kupfers in lufthaltigen Lösungen gelten dieselben Gesetzmäßigkeiten, die ich im Anschluß an Nernst und Brunner[1]) für die Auflösung von Blei entwickelt habe (a. a. O.). Sie ist eine Geschwindigkeitserscheinung im heterogenen System fest-flüssig und daher bedingt durch die Geschwindigkeit der chemischen Reaktion an der Grenzfläche und der Diffusion der beteiligten Stoffe zur Grenzfläche hin. Für die Auflösung eines Metalles, das edler ist als Wasserstoff, also z. B. für Kupfer gelten, wie gezeigt, die Gleichungen

$$2\,Cu + 4\,H^{\cdot} = 2\,Cu^{\cdot\cdot} + 2\,H_2 \qquad (a)$$
$$2\,H_2 + O_2 = 2\,H_2O \qquad (b)$$

d. h. die Oxydation geht auf dem Umwege über die Wasserstoffverbrennung vor sich. Da (a) nach Nernst sehr rasch verläuft, so kann der Betrag der Cu-Auflösung nur abhängen von der Geschwindigkeit der Reaktion (b) und der Diffusion der Ionen $Cu^{\cdot\cdot}$ von der Grenzfläche fort und von $H^{\cdot}$ und O_2 zu ihr hin. Da eine Vermehrung der Rührgeschwindigkeit die Angreifbarkeit steigert, so kommen für diese jedenfalls auch die Diffusionsgeschwindigkeiten in Betracht, und die Reaktion (b) verläuft nicht langsam gegen diese.

[1]) Ztschr. f. Physik Chemie 47, 51, 56 (1904).

Ganz dasselbe war bei der Auflösung des Bleis gefunden worden. Während aber bei diesem die Stärke der lösenden Säure ohne Einfluß auf die Auflösungsgeschwindigkeit war, ist die des Kupfers in hohem Maße nicht nur von dem Dissoziationsgrad und dem Diffusionskoeffizienten, sondern auch von der Natur der Säure abhängig. Daraus muß gefolgert werden, daß beim Kupfer die Geschwindigkeit der Oxydation geringer ist als beim Blei, und von derselben Größenordnung wie die der Diffusionen, so daß die analytisch bestimmbare Angreifbarkeit durch die Geschwindigkeit beider Vorgänge bedingt ist.

Dieser Schluß steht mit dem oben gegebenen Reaktionsschema im Einklang. Kupfer wird weniger $H^{\cdot}$-Ionen entladen (a), als das unedlere Blei, und daher ist durch Massenwirkung die Verbrennungsgeschwindigkeit des entladenen Wasserstoffs (b) an letzterem größer.

Auch der Einfluß der Stärke der Säuren wird auf diese Weise erklärt. Eine bedeutende Vermehrung der $H^{\cdot}$-Ionen muß das Gleichgewicht (a) zugunsten der rechten Seite verschieben und daher ebenfalls die Oxydation beschleunigen. Warum aber Salzsäure und ein Gemisch von Schwefelsäure und Chlornatrium um so viel stärker lösend wirken als Schwefelsäure, geht aus dem Reaktionsmechanismus allein nicht hervor. Bis auf weiteres muß daher den Chlorionen ein katalytischer Einfluß auf die Auflösung des Kupfers zugeschrieben werden. Es mag hier auf die Analogie hingewiesen werden, die diese Erscheinung mit der sog. Passivierung und Aktivierung von Metallen zeigt.

Wie ich an anderer Stelle begründet habe[1]), erscheinen die Metalle dann passiv, wenn ihre anodische Auflösung nicht rasch genug erfolgt. Der aktivierende Einfluß der Chlorionen auf alle passiven Metalle ist demnach identisch mit der beschleunigenden Wirkung, die sie nach unseren Versuchen auf die Auflösung des Kupfers und nach denen von Mugdan[2]) u. a. auf das Rosten des Eisens ausüben.

Um die Angreifbarkeit von Kupfer-Zinklegierungen verschiedener Zusammensetzung zu bestimmen, wurden Platten aus reinen Kahlbaumschen Metallen hergestellt. Die Metalle wurden in einer Gießerei im Graphittiegel auf dem Kohlenfeuer geschmolzen und in Sandformen gegossen. Nach dem Erkalten haben wir die Platten mit dem Polierstahl bearbeitet, um ihnen eine glatte Oberfläche zu erteilen. Dies gelang jedoch nur bei den kupferreichen Legierungen (über 45 % Cu). Die zinkreicheren hatten nach dem Gießen eine sehr rauhe Oberfläche und es glückte nicht, alle Risse und Unebenheiten von ihnen zu entfernen. Die Platten von 35 % Cu waren besonders schwierig herzustellen. Sie sprangen schon beim Erkalten oder beim Herausnehmen aus der Form. Bei dem Versuch, ihnen eine gleichmäßige Oberfläche zu erteilen, zerbrachen sie manchmal bei dem leisesten Druck. Sie hatten stets nach dem Guß einen Überzug von gelbem Messing. Schließlich gelang es diesen zu entfernen durch Bearbeitung der Platten mit einem Schaber aus englischem Stahl, nachdem die Platten auf eine sogenannte Pechkugel aufgekittet waren, wie sie die

[1]) Ztschr. f. Elektrochemie **10**, 841 (1904).

[2]) Ztschr. f. Elektrochemie **9**, 442 (1903).

Ziseleure benutzen, um das Hohlliegen zu vermeiden. Auch bei dieser Behandlung zersprangen die Platten jedoch und zwar stets an denselben Stellen; es hatte den Anschein, als ob die Sprünge schon beim Erkalten entstanden wären und erst beim Entfernen der Messingschicht sichtbar würden.

Zu den Versuchen wurden die Teile mittels Pech zusammengekittet. Sie ließen sich dann nach jedem Versuch abschaben, ohne von neuem zu zerbrechen. Die Platten bis zu einem Gehalt von 25 % Cu glichen in der Farbe dem Zink, sie waren aber härter und spröder, jedoch noch sehr fest. Die 35 %ige Platte glich in der Farbe etwa dem Silber, zerbrach wie Glas und konnte im Porzellanmörser gepulvert werden. Die kupferreicheren Platten waren rötlich gelb oder gelb, wie dies am Schluß der Abhandlung noch näher ausgeführt ist.

Die folgende Tabelle XII gibt die Abmessungen und Zusammensetzung der Platten an. Jede derselben wurde an beiden Seiten analysiert. Zu diesem Zwecke wurde 0,2—0,3 g des Metalles abgeraspelt, in Salpetersäure gelöst und das Kupfer elektrolytisch abgeschieden. Der prozentische Zinkgehalt ergibt sich aus der Differenz zu 100.

Tabelle XII.

Größe und Zusammensetzung der Platten.

% Kupfer der Platten (rund)	Größenverhältnisse der Platten in mm	% Cu		
		oben	unten	Mittel
10	178 × 72 × 2,5	10,57	11,57	11,07
17	180 × 72 × 4,5	16,89	18,12	17,50
27	175 × 70 × 5,5	27,20	27,62	27,41
35	177 × 70 × 4,7	34,98	35,57	35,28
	180 × 70 × 6,0	35,54	36,34	35,94
45	175 × 70 × 2,6	46,80	46,55	46,68
50	175 × 70 × 2,7	50,00	50,60	50,30
65	170 × 70 × 2,8	65,70	65,48	65,59
75	170 × 70 × 2,6	74,30	74,85	74,60
90	175 × 70 × 2,6	90,33	91,70	91,00

Die Bestimmung der Angreifbarkeit der Platten erfolgte in derselben Weise wie bei den Blei-Zinnlegierungen und beim reinen Kupfer. Es wurde stets ein abgemessener reiner Luftstrom durch die Lösungen gesaugt. Zur Analyse wurde je nach dem Gehalt der Lösung aus je 50 bis 500 ccm das Kupfer nach Zusatz von Salpetersäure elektrolytisch abgeschieden und dann das Zink nach der S. 265 beschriebenen Methode als Sulfid gefällt, mit Silbernitrat umgesetzt und das überschüssige Silber nach Volhard titriert. Enthielten die Lösungen Salzsäure, so wurden sie zunächst zur Entfernung derselben in einer Platinschale eingedampft.

Tabelle XIII enthält die Versuche mit Schwefelsäure.

Tabelle XIII.

Angreifbarkeit von Kupfer-Zinkplatten bei Luftrührung in Schwefelsäure.

Art der Säure und Dauer des Versuchs	% Kupfer der Platten (rund)	Liter Luft in der Stunde	Von 1 Liter Säure wurden gelöst		
			mg Cu	mg Zn	
1/20 n Schwefelsäure 4 Stunden	10	2,0	—	1635,0	lebhafte Wasserstoffentwicklung
		3,7	—	1633,0	
	17	6,0	—	1629,0	
		3,7	—	1600,0	
	27	6,0	—	530,0	
	35	5,7	—	86,6	Keine Wasserstoffentwicklung mehr zu sehen
		3,7	—	136,0	
	45	5,7	—	25,9	
		6,0	—	23,2	
		3,7	—	26,9	
	50	1,6	0,8	30,0	
		9,0	2,8	30,0	
	65	1,6	22,8	20,4	
		9,0	24,0	20,0	
	75	1,6	28,4	15,6	
		9,0	36,8	20,8	
	90	1,6	28,0	12,6	
		9,0	42,8	10,2	
1/5 n Schwefelsäure 4 Stunden	50	1,6	8,0	31,2	
	65	1,6	28,0	22,8	
	75	1,6	29,2	17,4	
	90	1,6	34,0	10,8	
1/20 n Schwefelsäure 18 Stunden	50	1,1	18,0	102,0	
	65	1,1	135,0	74,0	
	75	1,1	143,6	56,0	
	90	1,1	144,0	24,0	
1/2 n Schwefelsäure 18 Stunden	50	10,0	4,0	256,0	
	65	10,0	212,0	135,0	
	75	10,0	292,8	92,0	
	90	10,0	329,2	32,6	

Die beiden zinkreichsten Platten lösen sich unter Wasserstoffentwicklung so rasch auf, daß in 4 Stunden die Säure bereits vollständig neutralisiert ist. Auch bei der 27 %igen Platte ist die Wasserstoffentwicklung noch deutlich sichtbar, und die aufgelöste Zinkmenge daher beträchtlich. Bei den kupferreicheren Platten ist beides nicht mehr der Fall. Bei der graphischen Darstellung (gelöstes Zn in mg als Ordinate, % Cu der Legierung als Abszisse, Figur 3) zeigt sich, daß die entsprechende Kurve zwischen einem Gehalt von 35 und 45 % Cu eine sehr scharfe Richtungsänderung erleidet. Hieraus geht unzweideutig hervor, daß die chemische Natur der Legierung sich in diesem Intervall ändert, und daß das Zink in den kupferreicheren Platten in einer edleren

Form enthalten ist. Bei steigendem Kupfergehalt nimmt die Menge des gelösten Zinks langsam aber stetig ab, dagegen macht sich in dem Intervall zwischen 50 und 65 % Cu ein rapides Ansteigen der Kupferlöslichkeit, welche bis dahin fast oder völlig gleich Null gewesen ist, bemerkbar. Diese Erscheinung ist noch deutlicher in den über einen größeren Zeitraum erstreckten Versuchen (18 Stunden), in denen die aufgelöste Kupfermenge größer ist (Figur 3). Es muß also in diesem Konzentrationsbereich eine zweite Zustandsänderung der Legierung vorhanden sein.

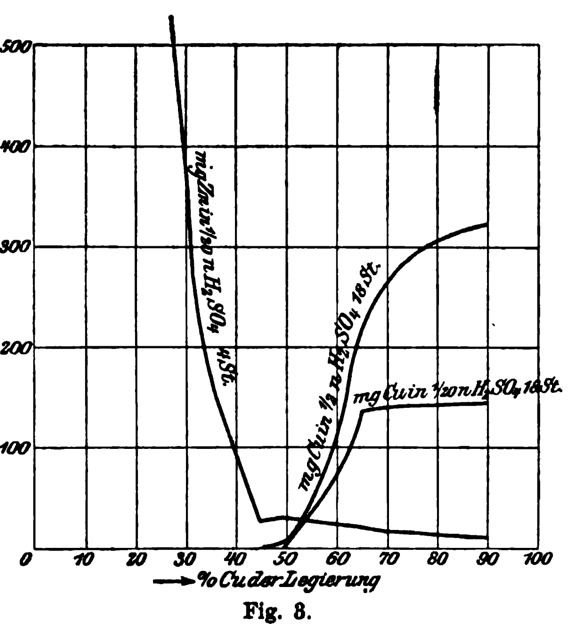


Fig. 3.

Diese Ergebnisse stimmen völlig mit denen des ersten Teiles dieser Abhandlung überein; denn auch dort war bewiesen worden, daß die chemischen Eigenschaften der Kupfer-Zinklegierungen in demselben Konzentrationsbereich zwischen 41 und 45 % und 60 und 62 % Cu starke Änderung erleiden und demnach die Existenz zweier chemischer Verbindungen von Kupfer und Zink anzunehmen ist.

Besondere Beachtung verdient die Frage nach der Löslichkeit des Kupfers. Wie Tabelle XIII zeigt, wird von den Legierungen I gar kein Kupfer aufgelöst, von den Legierungen II sehr geringe Spuren, von den Legierungen III beträchtliche Mengen. Da aber die Legierungen unter allen Umständen unedler siud als Kupfer, so wäre zu erwarten, daß dieses unter Auflösung von Zink stets wieder ausgefällt wird. Die Versuche zeigen jedoch, daß in Schwefelsäure die Ausfällungsgeschwindigkeit des Kupfers bei Legierungen von über 65 % Cu nicht größer ist als seine Auflösungsgeschwindigkeit. Auch diese Erscheinung läßt sich aus den Ergebnissen der Fällungsversuche vorhersagen; denn wie S. 279 gezeigt wurde, sind die Lösungen III in Sulfatlösungen passiv, d. h. sie vermögen das Kupfer nur außerordentlich langsam auszufällen.

Ganz ähnliche Ergebnisse gibt die Tabelle XIV (S. 294), die die Versuche in salzsaurer Lösung ($^1/_{20}$ n) darstellt.

Wieder wird die Säure durch die zinkreichsten Platten fast völlig neutralisiert; bei steigendem Kupfergehalt folgt dann ein starker Abfall der Zinklöslichkeit. Allerdings scheint die Richtungsänderung der entsprechenden Kurven ein wenig nach der Seite der zinkreicheren Platten verschoben zu sein. Die Ursache hierfür beruht wahrscheinlich darauf, daß Salzsäure auf die Legierungen, wie auch auf reines Kupfer, weit stärker lösend wirkt als eine äquivalente Schwefelsäure. Hierdurch tritt bei den Platten, die nur wenig freies Zink enthalten, rasch eine Verarmung an diesem ein

Tabelle XIV.

Angreifbarkeit von Kupfer-Zinkplatten bei Luftrührung in $^1/_{20}$ n Salzsäure.

Dauer des Versuchs	% Kupfer der Platten (rund)	Liter Luft in der Stunde	Von 1 Liter Säure wurden gelöst		
			mg Cu	mg Zn	
4 Stunden . . .	10	4,7	—	1550,0	lebhafte Wasserstoff-entwicklung
	17	3,6	—	1553,0	
		4,7	—	1615,0	
	27	3,6	—	989,6	
	35	3,6	—	37,6	
		4,7	—	68,3	
	45	3,6	—	73,3	
		4,7	—	33,1	
	50	1,1	—	67,6	
		1,7	—	47,9	
		3,4	—	56,4	
	65	1,1	23,2	49,4	
		1,7	—	24,7	
		3,4	6,0	23,2	
	75	1,1	54,0	30,4	
		1,7	94,0	37,4	
		3,4	137,0	59,2	
	90	1,1	78,0	26,0	
		1,7	119,8	19,0	
		3,4	205,0	27,5	
18 Stunden . . .	35	2,4	—	223,5	
		6,5	—	304,0	
	45	2,4	—	183,4	
		6,5	—	335,0	
	50	2,4	—	216,3	
		3,0	—	217,8	
	65	2,4	3,5	179,8	
		3,0	32,0	275,6	
	75	3,0	585,0	244,9	
		6,5	835,0	302,0	
	90	3,0	815,0	102,2	
		6,5	1100,0	133,2	

und die Legierung zeigt dann das Verhalten einer kupferreicheren. Sehr scharf prägt sich wiederum die Zustandsänderung zwischen 50 und 65 % der Legierung aus. Denn erst von diesem Gehalt an beginnt die Lösung Kupfer zu enthalten; seine Auflösung steigt beträchtlich mit dem Gehalt der Platte. Auch in salzsaurer Lösung ist also die Auflösungsgeschwindigkeit des Kupfers aus den Legierungen III größer als seine Ausfällungsgeschwindigkeit durch dieselben.

Tabelle XV enthält die Versuche in $^1/_{20}$ n Milchsäure und $^1/_{20}$ n Essigsäure während einer Versuchsdauer von 4 Stunden.

Tabelle XV.

Angreifbarkeit von Kupfer-Zinkplatten bei Luftrührung in 4 Stunden.

Art der Säure	% Kupfer der Platten (rund)	Liter Luft in der Stunde	Von 1 Liter Säure wurden gelöst mg Cu	mg Zn	
$^1/_{20}$ n Essigsäure	10	10,0	—	529,0	Wasserstoff-Entwicklung
	17	8,9	—	761,5	
		10,0	—	590,0	
	27	8,9	—	357,4	
		12,2	—	248,9	
	35	8,9	—	55,4	
		10,0	—	56,5	
	45	8,9	—	23,4	
		10,0	1,0	22,2	
		12,2	—	19,7	
	50	7,8	2,0	21,4	
		8,8	6,0	12,0	
	65	7,8	6,0	9,9	
		8,8	8,8	8,0	
	75	7,8	7,5	9,9	
		8,8	10,4	6,0	
	90	7,8	7,5	5,4	
		8,8	12,0	4,2	
$^1/_{20}$ n Milchsäure	10	7,7	—	921,0	Wasserstoff-Entwicklung
		9,5	—	1888,0	
	17	7,7	—	1115,0	
		9,5	—	1109,0	
		10,0	—	1186,0	
	27	10,0	—	870,0	
	35	7,7	—	56,5	
		9,5	—	72,4	
		10,0	—	41,1	
	45	7,7	geringe Mgn.	19,4	
		9,5	„	20,6	
		10,0	„	19,7	
	50	7,7	12,5	9,9	
		9,0	10,0	18,0	
	65	7,7	2,5	7,2	
		9,0	4,0	6,7	
	75	7,7	5,0	7,0	
		9,0	6,0	12,0	
	90	7,7	5,0	7,0	
		9,0	4,4	9,6	

Die Tabelle zeigt dasselbe Bild, starke Abnahme der Lösungsgeschwindigkeit des Zinks bis zu einem Gehalt der Legierung von 45 % Cu und das plötzliche Ansteigen der Auflösung des Kupfers von 65 % an.

Versuche, die sich über einen längeren Zeitraum — 18 Stunden — erstreckten, zeigten, auch wenn sie unter gleichen Bedingungen angestellt waren, sehr schlechte Übereinstimmung; von ihrer Wiedergabe kann daher abgesehen werden.

Um die Wirkung konzentrierterer organischer Säuren zu untersuchen, wurden nur die folgenden Versuchsreihen mit kupferreicheren Platten angestellt, weil bei den anderen Legierungen die Zinkauflösung zu rasch vonstatten geht.

Tabelle XVI.

Angreifbarkeit von Kupfer-Zinkplatten bei Luftrührung in konzentrierten organischen Säuren.

Art der Säure und Dauer des Versuchs	% Kupfer der Platten (rund)	Liter Luft in der Stunde	Von 1 Liter Säure wurden gelöst	
			mg Cu	mg Zn
1/2 n Essigsäure . . . 18 Stunden	35	3,5	—	227,6
	45	3,5	15,0	162,6
	65	3,5	45,0	96,0
	90	3,5	67,0	25,9
1/2 n Milchsäure . . . 18 Stunden	35	1,6	10,0	235,9
	45	1,6	50,5	95,6
	65	1,6	60,0	44,7
	90	1,6	95,0	15,4
1/2 n Essigsäure . . . 4 Stunden	50	11,5	12,0	23,4
	65	11,5	11,6	14,4
	75	11,5	10,0	10,8
	90	11,5	12,0	11,4
1/2 n Milchsäure . . . 4 Stunden	50	9,4	10,0	27,6
	65	9,4	12,0	18,6
	75	9,4	14,0	16,2
	90	9,4	19,2	13,8

Die Angreifbarkeit ist in Milchsäure stärker als in Essigsäure; die Menge des gelösten Zinks nimmt stets mit steigenden Kupfergehalt der Legierung gleichmäßig ab, die des gelösten Kupfers wächst. Besondere Beachtung verdient es, daß sich in der Löslichkeit des Kupfers keinerlei sprunghafte Änderung in dem Intervall von 50—65 % Kupfer der Legierung anzeigt, wie in den übrigen Versuchsreihen.

Zur Erklärung dieser Erscheinung mag folgende Betrachtung dienen.

Die konzentrierten organischen Säuren lösen beträchtlich mehr Metall auf, als die verdünnten. Daher wird ihr ohnehin nur geringer Dissoziationsgrad durch die Bildung der gleichionigen Salze stark zurückgedrängt und die Lösung verarmt fast vollständig an Wasserstoffionen. Ferner geht die Auflösung der Metalle in diesen Lösungen vermutlich nicht unter Bildung des einfachen Kupfer- und Zinkacetates oder -laktates vor sich, sondern sie führt zu komplexen Ionen der Metalle mit den organischen Säuren. Daß der gleiche Vorgang bei der Auflösung von Blei und Zinn stattfindet, ist durch die früheren Untersuchungen gezeigt worden[1]). Die Möglichkeit organischer Kupferkomplexe wird z. B. durch die Existenz der sog. Fehlingschen

[1]) Arb. a. d. Kaiserl. Gesundheitsamte 22, 225.

Lösung bewiesen. Die Verarmung der Lösung an Wasserstoffionen wie die Bildung komplexer Salze sprechen nun dafür, daß die Auflösung der Metalle in den konzentrierten organischen Säuren nicht nach dem oben entwickelten Reaktionsschema (S. 289), also nicht über die intermediäre Wasserstoffentladung und -verbrennung, sondern unter direkter Oxydation des Metalles vor sich geht, wie ich es in Übereinstimmung mit Bodländer[1]) ganz allgemein für die Auflösung von Metallen zu Komplexen wahrscheinlich gemacht habe[2]). Daher braucht auch eine sprunghafte Änderung der Lösungstension und hiermit der Konzentration des entladenen Wasserstoffs nicht notwendig mit einer solchen der Auflösungsgeschwindigkeit verknüpft zu sein. Offenbar ist, wie die Versuche von Tabelle XVI zeigen, die direkte Oxydationsgeschwindigkeit der Legierungen II und III von derselben Größenordnung.

Zu demselben Schlusse führt die folgende Versuchsreihe mit $^1/_{20}$ n Ammoniaklösung, in der sich die Metalle unter Bildung sehr beständiger Komplexe auflösen.

Tabelle XVII.
Angreifbarkeit von Kupfer-Zinkplatten bei Luftrührung in $^1/_{20}$ n Ammoniak.

Dauer des Versuchs	% Kupfer der Platten (rund)	Liter Luft in der Stunde	Von 1 Liter Ammoniak wurden gelöst	
			mg Cu	mg Zn
4 Stunden	10	4,5	5,0	25,0
		5,0	13,0	20,6
	17	4,5	25,0	27,7
		5,0	16,5	23,2
	35	4,5	16,5	17,7
		5,0	15,0	25,9
	45	4,5	55,5	43,8
		5,0	40,0	35,0
	50	1,0	40,0	31,0
		1,7	46,0	26,1
		6,6	56,0	33,2
	65	1,0	52,0	29,0
		1,7	54,0	33,2
		6,6	52,8	19,6
	75	1,0	44,0	28,0
		1,7	62,0	26,8
		6,6	56,8	29,6
	90	1,0	50,8	13,0
		1,7	51,2	17,1
		6,6	78,0	21,8

Im Gegensatz zu den sauren Lösungen geben sämtliche Legierungen Kupfer an die Lösung ab. Da, wie im ersten Teil gezeigt wurde, die Spannungsdifferenz zwischen Kupfer und Zink in Ammoniak beträchtlich kleiner ist als in neutralen oder sauren Lösungen, so ist auch in den Legierungen I die Ausfällungsgeschwindigkeit des Kupfers durch Zink nicht mehr groß genug, um alles gelöste Kupfer aus dem

[1]) Ztschr. f. Elektrochem. **10**, 607 (1904).
[2]) ibid. **11**, 42 (1905).

Ammoniakkomplex wieder auszufällen. Wie ferner gezeigt wurde, nimmt diese Ausfällungsgeschwindigkeit durch Legierungen zwischen einem Gehalt von 41 und 45 % Kupfer rapide ab; in vollständiger Übereinstimmung hiermit wird von den entsprechenden Platten weit mehr Kupfer aufgelöst als von den zinkreicheren. Dagegen ist die Änderung der Lösungstension bei einem Gehalt von 60—65 % Kupfer in Tabelle XVII ebensowenig erkennbar, wie in der Tabelle XVI; die Gründe hierfür sind oben entwickelt worden.

Die Versuche über die Angreifbarkeit der Kupfer-Zinklegierungen haben also ebenso wie die im ersten Teil beschriebenen Fällungsversuche zu dem Schluß geführt, daß die chemischen Eigenschaften dieser Legierungen an zwei Stellen starke Änderungen aufweisen, und daher die Existenz von zwei chemischen Verbindungen zwischen Kupfer und Zink wahrscheinlich gemacht. Hiermit ist gleichzeitig in Übereinstimmung mit den Untersuchungen über die Blei-Zinnlegierungen bewiesen, daß die Bestimmung der Angreifbarkeit von Legierungen als eine brauchbare Methode zur Aufklärung ihrer chemischen Konstitution anzusehen ist. Bei beiden Legierungen hat sich jedoch gezeigt, daß dieser Weg nur dann zum Ziele führt, wenn die Auflösung der Metalle unter Bildung von Metallionen und nicht von beständigen Komplexen vor sich geht.

Die genaue stöchiometrische Zusammensetzung der beiden Kupfer-Zinklegierungen soll durch die im folgenden beschriebenen Schmelzpunktsbestimmungen festgestellt werden.

4. Die Schmelzpunkte der Kupfer-Zinklegierungen.

(Nach Versuchen von Dr. A. Siemens.)

Das am häufigsten benutzte Hilfsmittel zur Untersuchung der Konstitution von Legierungen ist die Bestimmung ihrer Schmelzpunktskurve. Trotz der umfangreichen Literatur über diesen Gegenstand ist eine solche unseres Wissens für die Kupfer-Zinklegierungen noch niemals ausgeführt worden; wir haben daher durch die folgenden Versuche diese Lücke ausgefüllt[1]).

Die Legierungen wurden durch Zusammenschmelzung der reinen, von Kahlbaum bezogenen Metalle hergestellt. Ihre Zusammensetzung wurde durch Abwiegen vor und Analyse nach dem Schmelzen bestimmt. Da durch sorgfältige Regulierung der Temperatur ein erheblicher Verlust durch Verdampfen des Zinks vermieden werden konnte, differierten beide Werte meist nur um sehr geringe Beträge; doch wurde stets der zweite als maßgebend betrachtet.

Die Schmelze entmischt sich nicht während der Erstarrung, sondern wird vollkommen gleichmäßig fest, wenigstens wenn sie stark gerührt wird. Denn die Analysen

---

[1]) Anmerkung bei der Korrektur: Nach Abschluß unserer Arbeit ersahen wir, daß bereits Roberts-Austen eine vollständige Schmelzpunktskurve aufgenommen hat (4. Report of the Alloys Research Committee. Referat im Engineering 1897). Diese Abhandlung war uns entgangen, weil sie weder im „Chemischen Zentralblatt", noch in den „Jahresberichten über die Fortschritte der Chemie usw." referiert ist. Die Ergebnisse Roberts-Austens stimmen mit den unsrigen nur zum Teil überein.



von den beiden Enden des 6—10 Zentimeter langen Regulus stimmten stets überein. So wurden z. B. gefunden:

oberes Ende 0,3884 g Substanz = 0,1068 g Cu = 31,5 % Cu,
unteres „ 0,4267 „ „ = 0,1357 „ „ = 31,7 „ „

in einem anderen Falle:

oberes Ende 0,3447 g Substanz = 0,0246 g Cu = 7,15 % Cu,
unteres „ 0,3321 „ „ = 0,0245 „ „ = 7,35 „ „

Die Analyse des Regulus gibt daher an jeder Stelle die Zusammensetzung der flüssigen Schmelze im Beginn der Erstarrung an.

Die Erhitzung erfolgte bei den meisten Versuchen in einem vertikalen elektrischen Widerstandsofen von Heraeus-Hanau, dessen Heizkörper aus Platinfolie bestand. Bei einer Stromstärke von 12 Ampère und 110 Volt gestattete derselbe in weniger als einer Stunde die Temperatur von 1100°, den Schmelzpunkt des Kupfers, zu erreichen. In das innere Rohr dieses Ofens wurde ein gleich hohes (20 cm), unten geschlossenes Kohlerohr[1]) von 30 mm lichter Weite und 7 mm Wandstärke gestellt, das etwa bis zur halben Höhe mit den Metallen gefüllt wurde. Auf diese Weise befand sich die Schmelze stets unter einer reduzierenden Atmosphäre von Kohlenoxyd.

Im Verlaufe der Untersuchungen stellten sich jedoch bei dieser Versuchsanordnung Übelstände heraus. Die Platinfolie brannte häufig durch, da sie nicht luftdicht gegen das Schmelzgefäß abgeschlossen war und sich daher mit den Zinkdämpfen legieren konnte. Wenn auch stets eine Reparatur der beschädigten Stellen durch neue Platinfolie leicht möglich war, so erwies sich doch dieses Verfahren als recht zeitraubend, und wir gingen zu einem anderen Widerstandsmaterial über. Als solches wählten wir das neuerdings in den Handel gebrachte Kryptol. Dasselbe wurde in einer Dicke von etwa 1 cm zwischen zwei 20 cm hohe konzentrische Porzellanzylinder gebracht, der äußere mit einem Wärmeschutzmantel umgeben und in den inneren das oben beschriebene Kohlerohr gestellt. Als Elektroden dienten zwei nebeneinander aufgestellte, durch gestampfte Chamotte isolierte dicke Eisendrähte. Die Erhitzung erfolgte mit derselben Geschwindigkeit wie bei dem Platinofen, wenn man einen Strom von 16—18 Amp. hindurchschickte.

Zur Temperaturmessung diente ein Le Chateliersches Pyrometer aus Platin-Platinrhodium, dessen Enden in Eiswasser tauchten. Dasselbe war von der physikalisch-technischen Reichsanstalt geeicht worden, seine absolute Genauigkeit betrug $\pm 5°$ C. Zur Strommessung benutzten wir ein empfindliches Millivoltmeter von Keiser und Schmidt-Berlin, welches für das Pyroelement geeicht war und eine Skala enthielt, welche die direkte Temperaturablesung gestattete, und zwar bei Anwendung einer Lupe mit einer Genauigkeit von 1—2°. Die relative Genauigkeit der folgenden Messungen im Vergleich zu allen andern mit demselben Pyrometer ausgeführten beträgt also $\pm 2°$ C.

Bei allen Versuchen wurde die Schmelze mit dem Pyrometer selbst, welches

[1]) Dasselbe wurde nach Angabe von der Firma A. Lessing in Nürnberg hergestellt.



durch ein enges Porzellanrohr geschützt war, andauernd gerührt. Ein anfänglich benutztes, von **Heraeus** angefertigtes Schutzrohr aus Quarzglas hielt nur einige Versuche aus, wahrscheinlich weil seine Widerstandsfähigkeit durch Entglasung geschwächt wurde. Die angewendete Metallmenge betrug im Durchschnitt ca. 200 g.

Zur Bestimmung des Schmelzpunktes wurde, wie üblich, die Abkühlungskurve der überhitzten Schmelze aufgenommen und nach Ausschaltung des Stromes die Temperatur von Minute zu Minute, bei manchen Versuchen alle halbe Minute, abgelesen. In dem Augenblick, in dem sich die ersten Kristalle aus der Schmelze abscheiden, muß die Temperatur infolge der freiwerdenden Schmelzwärme konstant bleiben oder jedenfalls langsamer sinken, wenn während der Erstarrung die Schmelze ihre Zusammensetzung ändert. Hat eine Unterkühlung stattgefunden, so muß die Temperatur bei Beginn der festen Ausscheidung steigen. Dies wurde jedoch nie beobachtet; die Kupferzinklegierungen scheinen daher die Fähigkeit der Unterkühlung nicht oder wenigstens nur in geringem Grade zu besitzen. Der Punkt der vollständigen Erstarrung muß sich im allgemeinen ebenfalls durch einen Knickpunkt der Abkühlungskurve feststellen lassen, da unterhalb derselben die Temperatur wieder rascher sinkt. Außerdem wird er beim Rühren durch das vollständige Festwerden der Masse beobachtet. In die folgenden Tabellen ist er nur dann aufgenommen worden, wenn beide Merkmale eine übereinstimmende Temperaturangabe lieferten.

Jede Schmelzpunktsbestimmung wurde mindestens zweimal ausgeführt. Um ein Bild von der erzielten Genauigkeit zu geben, führen wir folgende aus der großen Masse von Versuchen beliebig ausgewählten Beobachtungsreihen vollständig auf. Dieselben zeigen, daß sich der Beginn der Erstarrung immer völlig scharf auf 1—2° bestimmen läßt; den Temperaturen der vollständigen Erstarrung kommt nicht immer dieselbe Sicherheit zu.

1. **Gehalt:** 80,4 % Cu.

Zeit	Temperatur	Zeit	Temperatur
0 Min.	1040°	8 Min.	997°
1/2 „	1037°	8 1/2 „	995°
1 „	1032°	9 „	994°
1 1/2 „	1026°	9 1/2 „	993°
2 „	1021°	10 „	992°
2 1/2 „	1018°	10 1/2 „	991°
3 „	1013°	11 „	990°
3 1/2 „	1008°	11 1/2 „	989°
4 „	1003°	12 „	987°
4 1/2 „	**1000°**	12 1/2 „	985°
5 „	**1000°**	13 „	983°
5 1/2 „	**1000°**	13 1/2 „	980°
6 „	**1000°**	14 „	970° fest
6 1/2 „	**1000°**	15 „	960°
7 „	**999°** zähflüssig	16 „	954°
7 1/2 „	**998°** breiig		

Desgleichen, 2. Bestimmung.

Zeit	Temperatur	Zeit	Temperatur
0 Min.	1050°	9 Min.	**998°**
1 „	1041°	10 „	**996°**
2 „	1035°	11 „	**994°**
3 „	1026°	12 „	**991°**
4 „	1018°	13 „	**988°**
5 „	1007°	14 „	**984°**
6 „	**1000°**	15 „	**979°**
7 „	**1000°**	16 „	961° fest
8 „ zäh	**999°**	17 „	954°

Die fettgedruckten Werte bedeuten das Temperaturbereich, in welchem die Legierung erstarrt. Die Erstarrung beginnt nach beiden Versuchen bei 1000°; beendet ist sie nach dem ersten bei 980°, nach dem zweiten bei 979°.

Dieselbe gute Übereinstimmung zeigen die Versuche mit niedriger schmelzenden Legierungen, z. B. folgende Reihen.

2. Gehalt: 25,4 % Kupfer.

Zeit	Temperatur	Zeit	Temperatur
0 Min.	800°	13 Min.	**725°**
1 „	799°	14 „	**722°**
2 „	785°	15 „	**719°**
3 „	779°	16 „	**719°**
4 „	772°	17 „	**707°**
5 „	**762°**	18 „	**702°**
6 „	**759°**	19 „	**698°**
7 „	**757°**	20 „	**694°**
8 „	**753°** Schmelze breiig	21 „	**689°**
9 „	**747°**	22 „	**682°**
10 „	**742°**	23 „	**677°**
11 „	**738°**	24 „	670° fest
12 „	**734°**	25 „	662°
		26 „	655°

Desgleichen, 2. Bestimmung.

Zeit	Temperatur	Zeit	Temperatur
0 Min.	800°	13 Min.	**737°**
1 „	797°	14 „	**732°**
2 „	790°	15 „	**727°**
3 „	782°	16 „	**721°**
4 „	777°	17 „	**715°**
5 „	770°	18 „	**712°**
5½ „	766°	19 „	**706°**
6 „	**762°**	20 „	**698°**
6½ „	**760°**	21 „	**693°**
7 „	**760°**	22 „	**687°**
7½ „	**759°**	23 „	**682°**
8 „	**758°**	24 „	**678°**
9 „	**753°**	25 „	669° fest
10 „	**749°**	26 „	664°
11 „	**743°** Schmelze breiig	27 „	660°
12 „	**740°**		

Der Beginn der Erstarrung ist wiederum übereinstimmend 762°, das Ende 677 und 678°. Bei den kupferärmeren Legierungen, die ganz allgemein in einem größeren Temperaturintervall erstarren, ist die Richtungsänderung der Abkühlungskurve beim Ende der Erstarrung nicht so deutlich ausgeprägt, wie bei den kupferreicheren. Doch ist gewöhnlich beim Festwerden der Masse ein größerer Temperatursturz merklich.

Den Schmelzpunkt des reinen Zinks bestimmten wir nach dieser Methode zu 419—420°, den des reinen Kupfers zu 1080°, in vorzüglicher Übereinstimmung mit den besten neueren Bestimmungen. Denn Heycock und Neville [1]) fanden für Zink 419°, für Kupfer 1081°, und Holborn und Wien [2]) für Kupfer 1082—1083°. Dem von Heyn [3]) angegebenen Werte von 1102° kommt keine absolute Gültigkeit zu, da er mit einem nicht geeichten Thermoelement bestimmt ist; wie Heyn selbst angibt, ist sein Wert wahrscheinlich um etwa 20° zu hoch.

Heycock und Neville haben auch die Schmelzpunkte einiger kupferarmer Zinklegierungen bestimmt; ihre Werte fügen sich gut in unsere Kurve ein und sind daher in die folgende Tabelle aufgenommen und durch die Anfangsbuchstaben H. und N. gekennzeichnet worden.

Schmelzpunkte der Kupfer-Zinklegierungen.

Prozentgehalt Cu in der Legierung	Anfang (der Erstarrung in C°)	Ende (der Erstarrung in C°)	Erstarrungsbereich in C°	Prozentgehalt Cu in der Legierung	Anfang (der Erstarrung in C°)	Ende (der Erstarrung in C°)	Erstarrungsbereich in C°
100	1080			32,6	807	778	29
92,1	1044	1031	13	31,6	806	774	32
80,4	1000	979	21	29,6	798	740(?)	58
70,3	945	914	31	27,8	782	715(?)	67
62,3	910	895	15	26,6	775	698	77
59,7	900	892	8	25,4	762	678	84
55,6	884	882	2	21,5	726	655	71
53,9	880	866	14	17,7	686	598	88
52,0	880			15,5	660	561	99
50,4	875	856	19	15,3 (H.N.)	667		
49,7	864			10,7 (H.N.)	596	422,4	174
48,5	860	853	7	9,9	580	421	159
45,0	854	840	14	7,25	543	420	123
39,6	839	827	12	5,66 (N.H.)	525	422	103
36,8	831	820	11	0,21	424	420	4
33,9	815	795	20	0	419, 420		

Die Ergebnisse sind in nachstehender Kurventafel (Fig. 4) aufgezeichnet, die Abzsisse bedeutet den Prozentgehalt der Legierung an Kupfer, die Ordinate die Temperatur, und zwar in der ausgezogenen Linie den Beginn der Erstarrung (Schmelzpunkt), in der punktierten das Ende derselben (Erstarrungspunkt).

---

[1]) Journ. Chem. Soc. 71, 383 (1897), Chem. News. 71, 33 (1895).
[2]) Wied. Ann. 56, 360 (1895).
[3]) Zeitschr. f. anorg. Chem. 39, 1 (1904).

Es zeigt sich, daß die Schmelzpunkte sämtlicher Legierungen zwischen denen der reinen Metalle liegen. Daraus folgt, daß auch aus den kupferarmen Schmelzen nicht das Lösungsmittel Zink, sondern der gelöste Stoff, Kupfer oder eine Verbindung desselben mit dem Lösungsmittel Zink, auskristallisiert. Da ferner die Schmelzpunktskurve niemals ein Maximum erreicht, d. h. nie irgend eine kupferreichere Legierung

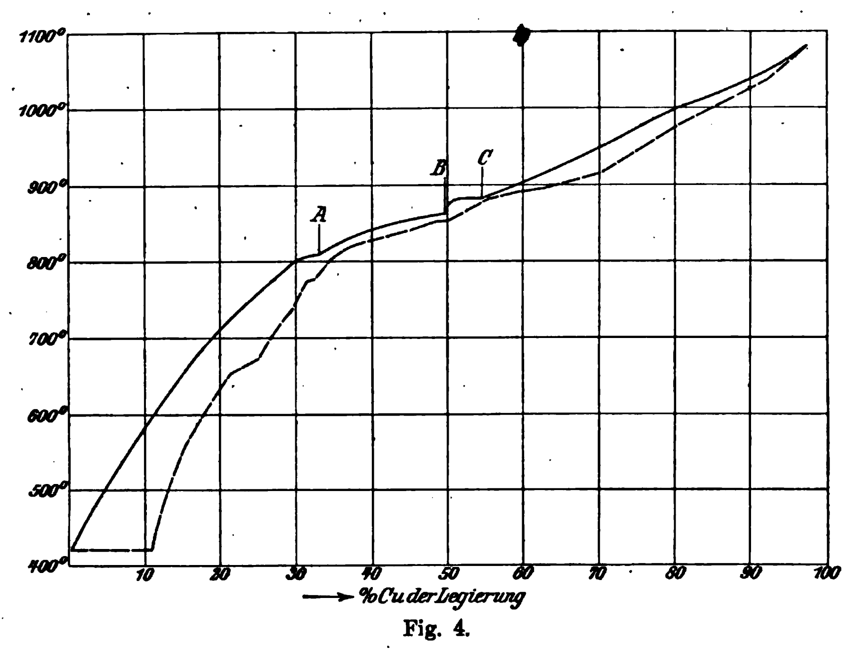


Fig. 4.

bei tieferer Temperatur erstarrt als eine benachbarte kupferärmere, so müssen stets die zuerst entstehenden Kristalle mehr oder mindestens gleichviel Kupfer enthalten als die zurückbleibende Schmelze. Es empfiehlt sich daher, bei der Diskussion der Resultate die Schmelztemperaturen als Gleichgewichtspunkte zwischen dem Lösungsmittel Zink und dem gelösten Stoff Kupfer und somit die Schmelzpunktskurve als eine Löslichkeitskurve aufzufassen. Dann können zur Erörterung der Frage, welche Verbindungen zwischen Kupfer und Zink bei den einzelnen Temperaturen auskristallisieren, ohne weiteres die Grundsätze angewendet werden, die Roozeboom für die Umwandlungserscheinungen zwischen Salzen und ihren einzelnen Hydraten, z. B. für Chlorkalzium entwickelt hat [1]).

Jeder Modifikation eines gelösten Stoffes und jeder seiner Verbindungen mit dem Lösungsmittel entspricht eine eigene kontinuierliche Löslichkeitskurve. Gibt es mehrere solcher Verbindungen, so schneiden sich die einzelnen Kurven, und die über das Existenzgebiet aller Verbindungen erstreckte Löslichkeitskurve erscheint aus mehreren Stücken zusammengesetzt, die in diesen Schnittpunkten zusammenstoßen. Diese letzteren treten daher als Knickpunkte der Gesamtlöslichkeitskurve auf. An ihnen ist die Lösung an zwei verschiedenen Verbindungen (z. B. Hydraten) gesättigt. Ihre Anzahl sagt daher aus, an wieviel Punkten je zwei derselben auch miteinander

[1]) Zeitschr. f. physik. Chemie 4, 31 (1889) und „die heterogenen Gleichgewichte vom Standpunkte der Phasenlehre“ Bd II. Braunschweig 1904.

im Gleichgewicht stehen. Die Gesamtzahl aller Verbindungen und Modifikationen ist also gleich der der Knickpunkte, vermehrt um eins.

Die Schmelzpunktskurve der Kupfer-Zinklegierungen besitzt, wie die Figur zeigt, drei Knickpunkte, nämlich A bei einem Gehalt von 32,6 % Kupfer (807°), B bei 50 % (868°) und C bei 55,6 % Kupfer (884°). Das gelöste Kupfer scheidet sich daher in 4 verschiedenen Formen aus der Schmelze aus, in reinem Zustande und in 3 Verbindungen mit Zink oder deren Modifikationen.

Über die Formel und die Natur dieser Verbindungen läßt sich aus der Lage der Knickpunkte allein nichts aussagen — ebensowenig wie man aus der Sättigungskonzentration am Umwandlungspunkte den Kristallwassergehalt eines Salzhydrates bestimmen kann —, obwohl zwei derselben in unmittelbarer Nähe der Zusammensetzungen $CuZn_2$ und $CuZn$ liegen. Ein solcher Schluß wird erst möglich unter Berücksichtigung der Kurve der vollständigen Erstarrung.

Bis zu einem Gehalte von etwa 10 % Kupfer wird die Erstarrung der Legierungen erst dann vollständig, wenn die Temperatur bis nahe an den Schmelzpunkt des reinen Zinks gesunken ist. Kupferreichere Legierungen werden schon vorher vollständig fest und zwar nimmt zunächst das Temperaturintervall, über welches sich die Erstarrung einer Schmelze erstreckt, mit steigendem Kupfergehalt ständig ab. Aus diesen beiden Tatsachen geht hervor, daß die auskristallisierende Masse keine einheitliche Verbindung von unveränderlicher Zusammensetzung ist, sondern aus Mischkristallen oder einer festen Lösung der Verbindung mit dem Lösungsmittel Zink besteht, deren Zusammensetzung der der flüssigen Schmelze immer näher kommt. Diese Mischkristalle bilden wahrscheinlich keine kontinuierlichen Reihen, weil die Abkühlungskurve während der langsamen Erstarrung nicht gleichmäßig verläuft, sondern deutliche Haltepunkte nnd Knickpunkte aufweist. Ferner geht aus der Form der Erstarrungskurve hervor, daß die sich aus der Schmelze ausscheidenden Mischkristalle nicht in ständigem Verteilungsgleichgewicht mit der zurückbleibenden Flüssigkeit stehen, denn sonst müßte auch die Erstarrungskurve kontinuierlich vom Schmelzpunkte des Zink an ansteigen, wie es die beistehende Figur 5 veranschaulicht. Vielmehr scheiden sich bei Beginn der Erstarrung zunächst Kristallisationszentren einer höher schmelzenden Verbindung ab, die sich bei sinkender Temperatur mit immer zinkreicheren Mischkristallen umhüllen. Ganz dieselbe Deutung haben Hüttner und Tammann für die Erstarrungskurve der Antimon-Wismutlegierungen gegeben [1]. Es ist daher nicht gestattet, die auf einer Horizontalen liegenden Punkte der Schmelz- und Erstarrungskurve als Gleichgewichtspunkte koexistierender Phasen aufzufassen.

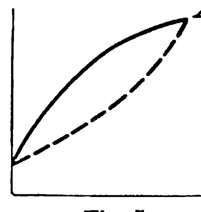


Fig. 5.

Kurz vor dem ersten Knickpunkt A der Schmelzpunktskurve beträgt das Erstarrungsintervall nur noch 30°, der Bodenkörper muß daher eine der Schmelze ähnliche Zusammensetzung, aber, wie oben ausgeführt, einen etwas höheren Kupfergehalt haben. Es liegt daher die Vermutung nahe, daß derselbe im wesentlichen aus der

[1]) Zeitschr. f. anorgan. Chem. **44**; 181 (1905).

Verbindung $CuZn_2$, beziehungsweise aus einer festen Lösung von wenig Zink in dieser besteht.

Die Schmelze von der Zusammensetzung $CuZn_2$ (32,7 % Cu) erstarrt aber nicht bei konstanter Temperatur, wie man es von einer einheitlichen Verbindung erwarten müßte, sondern ebenfalls unter Abscheidung einer kupferreicheren Verbindung, die bereits zu dem zweiten Ast A B der Schmelzpunktskurve gehört. Daraus folgt, daß diese Schmelze keine einheitliche Verbindung oder nach Ostwald [1]) kein hylotroper Stoff ist, sondern daß sich die Verbindung $CuZn_2$ im Dissoziationsgleichgewicht mit ihren Zerfallsprodukten Zink und einer kupferreicheren Verbindung befindet und bei der Schmelztemperatur an dieser letzteren gesättigt ist [2]). Wir werden also durch Betrachtung der Schmelz- und Erstarrungskurven auf völlig unabhängigem Wege zu derselben Annahme eines Dissoziationsgleichgewichtes in der Legierung geführt, den wir zur Erklärung der Fällungsversuche machen mußten.

Daß die Sprünge des chemisehen Potentials nicht mit den Knickpunkten der Schmelzpunktskurve zusammenfallen, darf nicht wundernehmen, denn im letzteren Falle handelt es sich um das Erscheinen oder Verschwinden eines Stoffes im Bodenkörper beim Beginn der Erstarrung, während die chemischen Differenzen bedingt sind durch das Verschwinden eines Stoffes in der Gesamtmasse der festen Legierung.

Im Gebiete A B von 35—50 % Kupfer verlaufen die Schmelz- und Erstarrungskurven beträchtlich weniger steil als in den zinkreicheren Legierungen und einander fast parallel. Daher muß der Gehalt des ausfallenden Bodenkörpers ebenso an Kupfer zunehmen wie der der Schmelze, d. h. er ist als feste Lösung von $CuZn_2$ in der zweiten, kupferreicheren Verbindung aufzufassen, die an ersterem mit steigender Temperatur verdünnter wird. Durch eine analoge Schlußweise wie oben erkennt man, daß diese Verbindung am zweiten Knickpunkt B der Schmelzpunktskurve wiederum eine der Schmelze nahe gleiche Zusammensetzung haben muß, und daß ihr daher die Formel CuZn (49,3 % Cu) zukommt.

Die Ausdehnung dieser Betrachtungsweise auf die höher schmelzenden Legierungen ergibt, daß dem zwischen B und C, dem zweiten und dritten Knickpunkte, ausfallenden Bodenkörper im wesentlichen ein Gehalt von etwa 55,6 % Kupfer zukommen müßte, da eine Legierung dieser Zusammensetzung bei fast konstanter Temperatur (innerhalb 2°) erstarrt. Eine einfache stöchiometrische Formel, die diesem Gehalt entspricht, gibt es jedoch nicht, auch die chemischen und elektromotorischen Messungen deuten nicht die Existenz einer dritten chemischen Verbindung von Kupfer und Zink an. Daher ist anzunehmen, daß der dritte Knickpunkt C der Schmelzpunktskurve nicht durch das Auftreten einer neuen chemischen Verbindung, sondern einer Lücke in der Reihe der Mischkristalle zwischen CuZn und reinem Cu zu erklären ist [3]). Darauf deutet auch die starke Richtungsänderung, die die Erstarrungskurve bei dem Gehalt von 55,6 % Cu erfährt. Von 60 % Kupfer an aufwärts verläuft die Schmelz-

[1]) Zeitschr. f. Elektrochem. **10**, 572 (1904).
[2]) Vergl. Tammann, Zeitschr. f. anorgan. Chem. **45**, 24 (1905).
[3]) Vergl. Roozeboom, Zeitschr. f. physik. Chem. **30**, 385 (1899).

punktskurve fast gradlinig bis zum Schmelzpunkt des reinen Kupfers. Da also hier die Schmelzpunktserniedrigung des Kupfers durch gelöstes Zink nahezu proportional der Konzentration ist und somit dem Raoult schen Gesetze gehorcht, muß sich in diesem Bereich bei Beginn der Erstarrung reines Kupfer aus der Schmelze ausscheiden.

Diese Konstanz der prozentischen und daher auch der molekularen Schmelzpunktserniedrigung ist sehr auffallend, besonders da sie bis zu Legierungen von 45 % Zink besteht. Dies wird durch folgende Tabelle erläutert.

c = % Zn der Legierung	Schmelzpunkt t^0	$\frac{\Delta t}{c}$
0	1080	
7,9	1044	4,56
19,6	1000	(4,08?)
29,7	945	4,54
37,7	910	4,51
40,3	900	4,47
44,4	884	4,42

Aus dem höchsten, wahrscheinlich zuverlässigsten Werte wird die molekulare Schmelzpunktserniedrigung des Kupfers bei Annahme einatomiger Zinkmolekeln durch Multiplikation mit 6,54 zu 29,8° gefunden. Aus dieser kann die Schmelzwärme W des Kupfers nach der bekannten van t'Hoff schen Gleichung [1])

$$\Delta_m t = \frac{2 \cdot T^2}{1000\,W}$$

in Kalorien berechnet worden, wenn T die Schmelztemperatur in absoluter Zählung und $\Delta_m t$ ihre molekulare Erniedrigung bedeutet.

Durch Einsetzen der Zahlenwerte erhält man

$$W = \frac{2 \cdot (1080 + 273)^2}{1000 \cdot 29{,}8} = \mathbf{123\ cal}$$

Dieser hohe Wert würde sich um das n fache verkleinern, wenn die im Kupfer gelösten Zinkmolekeln nicht aus einem, sondern aus n-Atomen Zink beständen.

Die Schmelzwärme des Kupfers ist von J. W. Richards [2]) zu 43 cal und neuerdings von Glaser [3]) zu 41,6 cal bestimmt worden. Der letztere, wohl zuverlässigere Wert stimmt fast genau mit dem dritten Teil des berechneten = 41,0 cal überein. Daraus würde folgen, daß die Zinkmolekel im geschmolzenen Kupfer aus 3 Atomen besteht. Dieses auffällige Ergebnis muß jedoch mit Vorsicht aufgenommen werden, da die Gültigkeit der van t'Hoffschen Gesetze in so hoch schmelzenden Metallen noch nicht sicher bewiesen ist, und anderseits die Versuche von Heycock und Neville [4]) an niedriger schmelzenden Legierungen die Einatomigkeit der meisten Metalle, und auch des Zinks, dartun.

---

[1]) Vorlesungen II **46** (1899).
[2]) Journ. Franklin Institute, Mai 1897.
[3]) Metallurgie I, 103, 121 (1904).
[4]) Journ. Chem. Soc. **57**, 376, 656 (1890), **61**, 888 (1892), **71**, 383 (1897).

Auch die im vorstehenden entwickelten Anschauungen über die Natur und Zusammensetzung der festen Phasen, die sich bei der Erstarrung der Kupfer-Zinklegierungen bilden, sind nur unter Vorbehalt als völlig sichergestellt anzunehmen. Die Deutung der Erstarrungsvorgänge in einem System aus zwei Bestandteilen, welche, wie Kupfer und Zink, sowohl chemische Verbindungen, wie feste Lösungen derselben miteinander und mit den reinen Metallen bilden können, ist außerordentlich schwierig, besonders da eine analytische Untersuchung der einzelnen festen Phasen fast unmöglich erscheint. Wir erachten es jedoch als sichergestellt, daß die auf Grund der chemischen Versuche gewonnene Anschauung von einem in den Legierungen bestehenden Dissoziationszustand nicht nur nicht mit den Schmelzpunktsbestimmungen im Widerspruch steht, sondern sogar eine relativ einfache Deutung derselben gewährt.

Ferner ergibt sich, daß in so verwickelten Systemen die Bestimmung der Schmelz- und Erstarrungskurve allein zur Konstitutionsbestimmung nicht ausreicht, besonders wenn die Erstarrung nicht reversibel verläuft, sondern der Ergänzung durch chemische oder andere Methoden bedarf.

5. Übersicht über die älteren Konstitutionsbestimmungen der Kupfer-Zinklegierungen.

Eine kurze Übersicht und kritische Würdigung der älteren Methoden zur Konstitutionsbestimmung von Legierungen habe ich in meiner Abhandlung über die Konstitution der Blei-Zinnlegierungen gegeben[1]. Dieselbe steht im Einklang mit der kürzlich erschienenen Darstellung von Roozeboom[2], die eine ebenso klare wie erschöpfende Zusammenfassung der bisher bekannten Tatsachen gibt.

In den Kupfer-Zinklegierungen haben mit Ausnahme von Storer[3], der dieselbe für ein isomorphes Gemisch hielt, wohl sämtliche Forscher die Existenz von chemischen Verbindungen angenommen, da die Eigenschaften kupferreicher Verbindungen in jeder Beziehung von denen des Zinks abweichen. Crookewit[4] versuchte diese Verbindungen zu isolieren; er schmolz äquivalente Mengen von Kupfer und Zink (Cu + 2 Zn, Cu + Zn, 2 Cu + Zn) zusammen, goß die z. T. erstarrte Schmelze ab und analysierte den Rückstand. Dieser hatte stets andere Zusammensetzung als jene; das Gemisch erstarrte nicht gleichmäßig und konnte daher keine reine chemische Verbindung sein.

Das mikroskopische Gefüge der Kupfer-Zinklegierungen ist eingehend von Behrens[5] und Charpy[6] untersucht worden. Während aber ersterer kein bestimmtes Urteil über die Zusammensetzung etwaiger chemischer Verbindungen fällt, nimmt letzterer die Existenz zweier Verbindungen $CuZn_2$ und Cu_2Zn an.

---

[1] Arbeiten a. d. Kaiserlichen Gesundheitsamte XXII, S. 187 (1904).
[2] Die heterogenen Gleichgewichte vom Standpunkte der Phasenlehre. II. 1. S. 182 ff. Braunschweig 1904.
[3] Rf. Journ. prakt. Chem. **82**, 239 (1860).
[4] Rf. Lieb. Ann. **68**, 289 (1848).
[5] Das mikroskopische Gefüge d. Metalle u. Legierungen, Hamburg 1894 S. 93.
[6] Compt. Rend. **122**, 670 (1896).

Das elektrische Leitungsvermögen ist von Matthiessen [1]) und neuerdings von Haas [2]), dessen Messungen mit den älteren nicht übereinstimmen, sehr genau untersucht worden. Es ergab sich sowohl für das Leitungsvermögen wie für den Temperaturkoeffizienten ein Minimum bei einem Gehalt von 66 % Kupfer, welcher der Formel Cu_2Zn entspricht. Die Existenz derselben wird daher von Haas als erwiesen betrachtet. Legierungen mit weniger als 47 % Kupfer konnten nicht untersucht werden, weil sie sich nicht in die zur Widerstandsmessung notwendige Form von dünnen Drähten ausziehen lassen. Liebenow berechnet dagegen [3]) aus seinen theoretischen Betrachtungen über den elektrischen Widerstand der Legierungen, daß nach den Zahlen von Haas in den Cu-Zn-Legierungen die Verbindung Cu Zn enthalten ist.

Über die Bildungswärme von Kupfer-Zinklegierungen liegen neue Untersuchungen von Galt [4]) und Baker [5]) vor. Galt bestimmt die Wärmetönung der pulverisierten Legierung bei der Auflösung in konzentrierter Salpetersäure und verglich sie mit der, welche er bei der Auflösung der vermengten Metalle erhielt. Die Differenz, und somit die Bildungswärme der Legierung, war am größten bei einem Gehalt von 62 % Kupfer, und er folgert daraus die Verbindung Cu_3Zn_2, obwohl dieselbe nur 59,4 % Kupfer enthalten dürfte. Doch sind seine Ergebnisse, wie Gladstone [6]) gezeigt hat, nicht einwandsfrei, da die Reaktionsprodukte bei der Auflösung in Salpetersäure von Legierungen einerseits und des mechanischen Gemenges anderseits nicht identisch sind. Daher wiederholte Baker [5]) die Galtschen Versuche unter Auflösung der Metalle in Lösungen von Cuprichlorid-Ammoniumchlorid oder Ferrichlorid. Er fand ein deutliches Maximum der Bildungswärme bei der Zusammensetzung $CuZn_2$, und zwar von 52,5 cal für 1 g der Legierung und ein weniger scharf ausgeprägtes bei der Zusammensetzung Cu Zn von 46 cal. Diese Werte scheinen zuverlässig zu sein; sie stehen jedoch, worauf Haber [7]) zuerst hingewiesen hat, in einem auffälligen Gegensatz zu den Bestimmungen der Lösungstension der Verbindung $CuZn_2$. Dieselbe liegt nach den ungefähr übereinstimmenden Messungen von Herschkowitsch [8]), Laurie [9]) und mir [10]) 0,6 Volt unter der des reinen Zinks, während sie nach Berechnung aus der Bakerschen Wärmetönung nur ca. 0,1 Volt unter dieser liegen sollte.

Die Dichte und das spezifische Volumen der Kupfer-Zinklegierungen ist von Riche [11]), Mallet [12]) und neuerdings abweichend von Maey [13]) bestimmt worden.

---

[1]) Vergl. Wiedemann, Elektrizität Bd. I 467.
[2]) Wied. Ann. **52**, 673 (1894).
[3]) Zeitschr. f. Elektrochem. **3**, 217 (1897).
[4]) Phil. Mag. (**5**) **49**, 405 (1900).
[5]) Zeitschr. f. physik. Chem. **38**, 630 (1901).
[6]) Phil. Mag. (**5**) **50**, 231 (1900).
[7]) Zeitschr. f. Elektrochem. **8**, 541 (1902).
[8]) Zeitschr. f. physik. Chem. **27**, 126 (1898).
[9]) Journ. Chem. Soc. **53**, 104 (1888).
[10]) Vergl. Seite 285.
[11]) Ann. chim. phys. (**4**) **30**, 351 (1873).
[12]) Phil. Mag. (**3**) **21**, 68 (1842).
[13]) Zeitschr. f. physik. Chem. **38**, 292 (1901).

Letzterer fand, daß die Kurve, die die spez. Volume der Legierungen darstellt, nicht geradlinig zwischen denen der reinen Metalle verläuft, aber auch keine Unstetigkeit aufweist. Sie hat vielmehr eine ähnliche Form wie die von uns bestimmte Schmelzpunktskurve, d. h. sie ist in ihrem mittelsten Stück weniger stark gegen die Abszissenachse geneigt, als im ersten und letzten. Maey schließt aus seinen Bestimmungen auf die Verbindung $CuZn_2$.

Auch die rein mechanischen Eigenschaften der Legierungen sind zur Konstitutionsbestimmung benutzt worden. Charpy [1]) bewies zwar, daß ihre Widerstandsfähigkeit gegen Zug von der Herstellung abhängig ist, fand aber, daß unter vergleichbaren Bedingungen die Legierung von 67 % Kupfer, also die Verbindung Cu_2Zn, die größte Widerstandskraft besitzt. Dieselbe sei daher als einheitliches chemisches Individuum aufzufassen. Schließlich sei noch ein Versuch Le Chateliers [2]) erwähnt; derselbe behandelte zinkreiche Legierungen mit Salzsäure und fand, daß zunächst eine Legierung von der Zusammensetzung $CuZn_3$ zurückblieb, die jedoch später ebenfalls angegriffen wurde [3]).

Roozeboom (a. a. O.) hat die Gründe im einzelnen dargelegt, aus welchen die im vorstehenden beschriebenen Methoden nicht zu sicheren Schlüssen auf die Konstitution der Legierungen berechtigen. Es kann noch hinzugefügt werden, daß für keine derselben, mit Ausnahme der Methode von Liebenow, welcher ebenfalls die Verbindung CuZn annimmt, ein theoretischer Zusammenhang zwischen den experimentell bestimmbaren Größen und der Konstitution der Legierung bekannt ist; derselbe ist lediglich auf Vermutungen und Wahrscheinlichkeitsschlüssen begründet.

Ganz anders ist es mit der Messung der elektromotorischen Kraft (E. K.); denn ihr Zusammenhang mit der Konstitution der Legierung ist thermodynamisch bewiesen [4]); eine sprunghafte Änderung zeigt unzweideutig das Auftreten einer chemischen Verbindung an. Die E. K. von Kupfer-Zinklegierungen wurde zuerst von Trowbridge und Stevens [5]) gemessen, doch sind die von ihnen erhaltenen Werte unbrauchbar, da die Legierungen nicht in Zinksalzlösungen tauchten und ihr Potential daher nicht der Nernstschen Formel gehorchte. Dieser Fehler wurde von Laurie und Herschkowitsch (a. a. O.) vermieden.

---

[1]) Compt. rend. **121**, 494 (1895).

[2]) Compt. rend. **120**, 835 (1895).

[3]) Nach Abschluß meiner Untersuchungen erschien eine Abhandlung von Shepherd über die Mikrostruktur der Kupfer-Zinklegierungen (Journ. Phys. Chem. 8 421 [1904]). Der Verfasser zeigt, daß die Legierungen aus 6 verschiedenen Kristallen bestehen, deren Zusammensetzung in gewissen Grenzen variiert. Es enthalten die Kristalle α 71—100% Cu, β 45—64% Cu, γ 31—40% Cu, δ 23—30 % Cu, ε 13—19 % Cu, η 0—2,5 % Cu. Diese Ergebnisse stimmen insofern mit den meinigen überein, als ebenfalls die Legierung oberhalb 40 und 64 % Cu eine andere Konstitution besitzt, wie unterhalb dieser Zusammensetzung. Für die Existenz verschiedener zinkreicher Kristalle (η, ε, δ) wurde durch die chemischen Methoden kein Anhaltspunkt gefunden, doch wurde auf die Möglichkeit, daß die Mischkristalle von Zn und $CuZn_2$ keine kontinuierliche Reihe bilden, hingewiesen (vergl. Seite 304).

[4]) Vergl. z. B. Haber, Zeitschr. f. Elektrochem. 8, 543 (1902), Reinders, Zeitschr. f. physik. Chem. **42**, 225 (1902).

[5]) Phil. Mag. (5), 16, 435 (1883).

Laurie maß die E. K. einer Kette von der Form

Leg. / ZnJ_2 CuJ / Cu

und fand für dieselbe folgende Werte:

% Cu der Legierung	Volt
0—31	+ 0,6
34—35	+ 0,16
35—50	+ 0,08
54,4	+ 0,04
75	— 0,02
100	— 0,02

Legierungen bis zu einem Gehalt von 31 % Kupfer zeigen dieselbe E. K. wie reines Zink. Bis zu einem Gehalt von 35 % Kupfer sinkt dieser Wert sehr stark, nämlich um 0,52 Volt, bleibt dann wieder in einem großen Intervall (bis 50 % Cu) konstant, um schließlich oberhalb 55 % Cu auf Null beziehungsweise einen kleinen negativen Wert zu sinken.

Mit diesen Zahlen stimmen die Ergebnisse von Herschkowitsch, der die E. K. der Kette

Leg. $ZnSO_4$ $CuSO_4$ Cu

maß, überein. Nach seinen Versuchen ist diese E. K. bis zu einem Gehalt von 33 % Kupfer gleich der des reinen Zinks und sinkt bei etwas kupferreicheren Legierungen um 0,6 —0,7 Volt. Bei Legierungen mit noch größerem Kupfergehalt sinkt die E. K. allmählich auf Null, also auf das Potential des Kupfers, doch zeigen die einzelnen Versuche dann keine gute Übereinstimmung.

Die Ergebnisse von Herschkowitsch und Laurie stimmen, was die Größe der Lösungstension der ersten Kupfer-Zinkverbindung anbetrifft, wie schon erwähnt, sehr gut mit den meinigen überein. Denn auch aus den Fällungsversuchen war gefolgert worden, daß diese um 0,6 Volt kleiner ist als die des Zinks. Die Existenz einer zweiten kupferreicheren Verbindung geht aus den Versuchen Herschkowitschs wegen der geringen Übereinstimmung der Einzelversuche nicht mit Sicherheit hervor, kann aber aus den Messungen Lauries herausgelesen werden, denn eine 75 %ige Legierung hat nicht dasselbe Potential wie eine 40 %ige, sondern ein um mindestens 0,1 Volt niedrigeres. Sie verhält sich nicht mehr positiv gegen Kupfer in Kupferjodür, kann also dasselbe aus dieser Lösung nicht mehr ausfällen, eine Tatsache, die ich durch direkte Versuche bewiesen habe.

Eine Abweichung zwischen meinen Versuchen und denen von Herschkowitsch und Laurie zeigt sich jedoch in dem Prozentgehalt, bei welchem die Erniedrigung der Lösungstension um 0,6 Volt eintritt. Während die genannten Forscher dieselbe bei 33 % und 35 % Kupfer feststellten, also ungefähr bei einem Gehalt, welcher der Verbindung $CuZn_2$ entspricht, fand ich sie erst bei 41 % Kupfer, einem Gehalt, welcher kein stöchiometrisches Verhältnis darstellt. Ich hatte dieses Ergebnis durch die Annahme erklärt, daß in der Legierung neben der Verbindung $CuZn_2$ ihre Dissoziationsprodukte Cu und 2 Zn, bezw. CuZn und Zn vorhanden sind, und daß

das freie Zink und damit sein Potential erst dann praktisch verschwindet, wenn diese Dissoziation durch einen starken Überschuß von Kupfer (bezw. CuZn) zurückgedrängt wird. Daß Laurie und Herschkowitsch schon bei geringerem Kupfergehalt das Potential der Verbindung $CuZn_2$ gemessen haben, kann darauf beruhen, daß beim Eintauchen der Legierung in die Lösung die an der Oberfläche befindlichen sehr geringen Mengen des freien Zinks sehr rasch in Lösung gehen und eine Deckschicht der Verbindung $CuZn_2$ zurücklassen, deren Potential gemessen wird. Auf diese Fehlerquelle haben schon Ostwald und Haber (a. a. O.) hingewiesen; sie wird im Falle der Annahme des Dissoziationsgleichgewichts in der Legierung auch durch die diesbezügliche Überschlagsrechnung Herschkowitschs nicht ausgeschlossen.

Demnach wäre der Gehalt, bei welchem der Sturz der E. K. um 0,6 Volt eintritt, gewissermaßen nur ein Zufallswert. Dafür spricht auch, daß die von den beiden genannten Forschern erhaltenen Zahlen nicht genau übereinstimmen.

Bei der von mir benutzten chemischen Methode der Ausfällung scheint, wie ich in einer früheren Abhandlung[1]) gezeigt habe, der Fehler der Deckschichtenbildung ausgeschlossen zu sein.

Für die genaue Bestimmung der zweiten chemischen Verbindung versagt die Messung der E. K., weil deren Abnahme nicht groß genug ist. Doch läßt sich dieselbe durch die chemische Methode der Ausfällung mit absoluter Sicherheit nachweisen. Diese zeigt sich hier der älteren Methode in ihrer Empfindlichkeit ebenso überlegen, wie bei der Bestimmung der Konstitution der Blei-Zinnlegierungen.

Daß die starke Abnahme der Lösungstension um 0,6 und 0,2 Volt bei den von mir bestimmten Kupfergehalten von etwa 41 und 60%, und nicht bei den den stöchiometrischen Verhältnissen $CuZn_2$ und CuZn entsprechenden von 33 und 49% liegt, wird auch durch die Farbe und die mechanischen Eigenschaften der Legierungen wahrscheinlich gemacht. Legierungen mit 0—40% Kupfer sind nämlich weiß wie Zink und von diesem der Farbe nach kaum zu unterscheiden; Legierungen von 42—60% sind rötlich-gelb, die von 62—80% hellgelb; bei noch höherem Kupfergehalt geht die Farbe allmählich in die des Kupfers über.

In den kritischen Intervallen von 40—42% und 60—62% ist die Farbänderung, die durch den Zusatz von 1% Kupfer hervorgerufen wird, sehr stark, während sie in den anderen Gebieten gering ist. Dies ist besonders bei den gepulverten Legierungen gut zu beobachten.

Auch die mechanischen Eigenschaften zeigen, wie die Lehrbücher angeben[2]), in den genannten kritischen Gebieten starke Änderungen. Legierungen von 0—40% Kupfer werden Weißmessing genannt; sie sind hart und spröde und daher technisch unbrauchbar. Sie lassen sich nicht zu dünnen Drähten ausziehen. Legierungen bis 60% Kupfer heißen schmiedbares Messing, von 60% an Messing und schließlich Tomback und haben die diesem zukommenden schätzbaren technischen Eigenschaften. Alle diese Tatsachen bestätigen die Ergebnisse der Ausfällungsversuche.

---

[1]) Arbeiten a. d. Kaiserl. Gesundheitsamte, XXII, 187.

[2]) Vergl. z. B. Dammer, Handb. der anorgan. Chem. II, 2, 471.

Besonders auffallend ist, daß Legierungen von etwa 30—35 % Kupfer nicht kristallinische, sondern glasige Bruchflächen zeigen. Die Eigenschaft, glasig zu erstarren, kommt aber nach Tammann [1]) nur sehr selten reinen chemischen Individuen zu, sondern vornehmlich den Mischungen und Lösungen. Auch aus diesem Grunde ist die 33 %ige Legierung nicht als einheitliche Verbindung $CuZn_2$, sondern als Lösung derselben in ihren Dissoziationsprodukten anzusehen.

6. Zusammenfassung.

Zur Aufklärung der Konstitution der Kupfer-Zinklegierungen wurden folgende drei Methoden benutzt:

1. Die Ausfällung von Kupfer durch Legierungen aus seinen komplexen und schwerlöslichen Salzen.
2. Die Untersuchung der Angreifbarkeit der Legierungen durch Säuren und Ammoniak.
3. Die Bestimmung der Schmelzpunkte.

Die erste Methode ergab, daß die Legierungen I mit weniger als 41 % Kupfer dieses Metall aus allen seinen Lösungen auszufällen vermögen, sich also chemisch wie reines Zink verhalten. Legierungen II (41—60 % Cu) fällen Kupfer nicht mehr aus dem Cyankomplex und aus Rhodanür, dagegen aus Jodür und dem Ammoniakkomplex. Legierungen III (62—100 % Cu) fällen Kupfer auch nicht aus Jodür und dem Ammoniakkomplex, dagegen aus Bromür und Chlorür. Kupfer und Zink bilden daher zwei chemische Verbindungen miteinander, die in den Legierungen II und III potentialbestimmend sind, und deren Lösungsdruck um rund 0,6 und 0,8 Volt unter dem des Zinks liegt.

Die Bestimmung der Angreifbarkeit der Legierungen zeigte, daß auch diese Größe bei einem Gehalt von 41 und 60 % Kupfer eine starke Änderung erleidet. Die Legierungen I geben z. B. in verdünnter Schwefelsäure sehr viel Zink unter Wasserstoffentwicklung ab, die Legierungen II bedeutend weniger und nur infolge Oxydation durch Luftsauerstoff, die Legierungen III am wenigsten. Kupfer wird nur von diesen letzteren gelöst, und zwar je nach der Natur der Säure in ungefähr gleichen oder größeren Mengen als Zink.

Die Zusammensetzung der Legierungen an den Punkten, an denen die starke Abnahme der Lösungstension wahrgenommen wird, kann nicht durch eine einfache Formel ausgedrückt werden. Es wird daher angenommen, daß die Legierungen, bei welchen die sprunghaften Änderungen auftreten, nicht aus den reinen Verbindungen, sondern aus Gemengen derselben mit ihren Dissoziationsprodukten bestehen. Die Verbindungen $CuZn_2$ und $CuZn$ sind also in der Schmelze z. T. in ihre Bestandteile gespalten, z. B. nach der Gleichung $CuZn_2 \rightleftarrows CuZn + Zn$. Der kupferreichste Bestandteil scheidet sich, wie die Schmelzpunktskurve zeigt, bei der Erstarrung zuerst ab, sodaß der Rückgang der Dissoziation bei dieser verhindert wird.

Erst bei einem gewissen Überschuß von Kupfer beziehungsweise $CuZn$ über den der Formel $CuZn_2$ entsprechenden Gehalt wird diese Dissoziation soweit zurück-

[1]) Ztschr. f. Elektrochem. **10**, 532 (1904).

gedrängt, daß das freie Zink und somit seine Lösungstension praktisch verschwindet. Die gleiche Betrachtung gilt für die Verbindung CuZn.

Dieselbe Annahme ermöglicht auch eine einfache Deutung der Schmelzpunktsbestimmungen und wird daher durch diese gestützt.

Die Schmelzpunkte aller Cu-Zn-Legierungen liegen zwischen denen der reinen Metalle; ihre Kurve weist kein Maximum, wohl aber drei Knickpunkte auf. Hieraus geht hervor, daß die Gesamtheit aller Legierungen aus 4 verschiedenen Phasen bestehen müßte, wenn die Erstarrung reversibel erfolgen würde. Tatsächlich neigen die Legierungen jedoch in hohem Maße zur Saigerung, die, wie die Kurve der vollständigen Erstarrung zeigt, in den zinkreichsten Legierungen bis zur Abscheidung von reinem Zink führt. Die Verbindungen $CuZn_2$ und CuZn bilden miteinander und mit den reinen Metallen Mischkristalle, deren Reihen nicht kontinuierlich verlaufen.

Auch die Farbe und die mechanischen Eigenschaften der Kupfer-Zinklegierungen bestätigen die über ihre Konstitution entwickelten Anschauungen.

Schließlich wurde festgestellt, daß Zink und seine Legierungen mit Kupfer in manchen Lösungen passiv sind.

Vorstehende Untersuchung wurde im chemischen Laboratorium des Kaiserlichen Gesundheitsamtes ausgeführt. Herrn Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. Th. Paul bin ich für das mir und meinen Arbeiten stets bewiesene Interesse zu aufrichtigem Danke verpflichtet.

Über den Gehalt des Kaffeegetränkes an Koffein und die Verfahren zu seiner Ermittelung.

Von

Dr. Percy Waentig,

wissenschaftlichem Hilfsarbeiter im Kaiserl. Gesundheitsamte.

Einleitung.

Nachstehende Untersuchung wurde im Anschluß an die vom Kaiserlichen Gesundheitsamte herausgegebene Denkschrift „Der Kaffee, gemeinfaßliche Darstellung der Gewinnung, Verwertung und Beurteilung des Kaffees und seiner Ersatzstoffe“[1]) ausgeführt, um die bisher nur wenig geklärte Frage nach dem durchschnittlichen Gehalt einer Tasse Kaffee an Koffein womöglich endgültig zu beantworten, was bei der ausschlaggebenden Bedeutung des Koffeins für die physiologische Wirkung des Kaffeegetränkes einiges Interesse beanspruchen darf.

Da nun schon die in der Literatur beschriebenen Bestimmungen des Gesamtkoffeingehaltes der Kaffeebohne auch bei Verwendung ein und derselben Kaffeesorte je nach der angewandten Methode nicht immer übereinstimmende Werte geliefert haben, so ist es erklärlich, daß die Ermittelung des Koffeingehaltes einer Tasse Kaffee, einmal wegen des schwankenden Begriffs des zu analysierenden Gegenstandes, dann wegen der sich vergrößernden analytischen Schwierigkeiten, erst recht zu voneinander abweichenden Ergebnissen geführt hat.

Es war daher erforderlich, die zur Beantwortung obiger Frage in Betracht kommenden Koffeinbestimmungsverfahren zu prüfen und, wenn nötig, zu verbessern, worüber zunächst berichtet werden soll.

I. Allgemeines über die Verfahren zur Bestimmung des Koffeins im Kaffee.

Über die zahlreichen, älteren Verfahren, die zur Koffeinbestimmung im Kaffee in Vorschlag gebracht worden sind, findet sich eine ausführliche Zusammenstellung und Kritik in einer von Hilger und Juckenack[2]) zu gleichem Zweck im Jahre 1897

---

[1]) Berlin, Julius Springer 1903.

[2]) Forschungsber. über Nahrungsm. 4, 49 und 145 (1897).

veröffentlichten Untersuchung, weshalb es sich erübrigt, an dieser Stelle näher auf sie einzugehen. Insbesondere werden die Methoden von Trillich und Göckel[1]) und von Forster und Riechelmann[2]) einer genaueren Prüfung unterzogen und die nach ihnen erhaltenen Ergebnisse mit denen eines neuen von den Verfassern ausgearbeiteten Bestimmungsverfahrens verglichen, wobei sich beträchtliche Abweichungen ergaben. Trotz der Erwiderung Riechelmanns und Forsters auf die in der genannten Arbeit von Hilger und Juckenack gemachten Ausstellungen, erschienen die beiden Bestimmungsverfahren, und zwar das von Forster und Riechelmann wegen der bei der Extraktion des Kaffees mit Natronlauge zu befürchtenden Zersetzung des Koffeins[3]) und das von Trillich und Göckel wegen der starken stickstoffhaltigen Verunreinigungen im gewonnenen Koffein wenig aussichtsreich und gelangten deshalb bei den folgenden Untersuchungen nicht zur Anwendung.

Hingegen ist in neuerer Zeit die Literatur noch durch die bemerkenswerten Arbeiten von C. C. Keller[4]) und J. Katz[5]) bereichert worden. Erstere behandelt zwar nur die Koffeinbestimmung im Tee, ist aber wegen der Einfachheit des Verfahrens beachtenswert und auch für Bestimmungen von Koffein im Kaffee vorgeschlagen und geprüft worden[6]). Letztere, der im Jahre 1904 eine Abhandlung über den gleichen Gegenstand[7]) mit Bestimmungen des Koffeins im wässerigen Kaffeeaufguß folgte, berücksichtigt besonders die Koffeinbestimmung in geröstetem Kaffee. Hier werden auch die genannte Arbeit von C. C. Keller, ferner die früher veröffentlichten Verfahren von C. Dietrich[8]) und A. Beitter[9]) besprochen. Die Methode von Dietrich wird wegen der Verwendung von Ätzkalk verworfen; die Beittersche Arbeit empfiehlt ein etwas abgeändertes Kellersches Verfahren, betont aber, daß bei Bestimmungen im Paraguaytee und im gerösteten Kaffee immer nur gefärbtes Koffein erhalten wird.

Da es hier nur darauf ankam, Versuche mit geröstetem Kaffee auszuführen, so wurden Bestimmungen des Koffeins nur nach den Vorschriften von Hilger und Juckenack, C. C. Keller und J. Katz durchgeführt; nach ersterer mit besonderer Rücksicht darauf, daß sie zugleich mit der Vorschrift von Riechelmann und Forster Aufnahme in die „Vereinbarungen zur einheitlichen Untersuchung und Beurteilung von Nahrungs- und Genußmitteln, sowie Gebrauchsgegenständen für das Deutsche Reich" gefunden hat. Die Versuche hatten folgendes Ergebnis:

Die Verfahren von Juckenack und Hilger und von C. C. Keller erweisen sich für die Koffeinbestimmung in gebranntem Kaffee als nicht empfehlenswert, indem dieses zu hohe, jenes zu niedrige Werte ergibt. Dagegen liefert das Verfahren

---

[1]) Forschungsber. 4, 78 (1897).
[2]) Zeitschr. f. öff. Chemie 3, 129 (1897).
[3]) s. hierzu auch Th. Paul, Versuche m. Theobromin. Arch. f. Pharm. 239, 48 (1901).
[4]) Ber. d. Pharm. Gesellsch. 7, 105 (1897).
[5]) Ber. d. Pharm. Gesellsch. 12, 250 (1902).
[6]) J. Gadamer, Arch. f. Pharm., 1899, S. 56.
Siedler, Ber. d. Pharm. Gesellsch. 8, 19 (1898).
[7]) Pharm. Archiv 242, 42 (1904).
[8]) Ber. d. Pharm. Gesellsch. 11, 253 (1901).
[9]) Ber. d. Pharm. Gesellsch. 11, 334 (1901).

von **Katz**, im besonderen das im Jahre 1904 beschriebene, befriedigende Ergebnisse in Hinsicht auf die Vollständigkeit der Gewinnung des Koffeins und die Reinheit des erhaltenen Alkaloids, vor allem dann, wenn man nicht, wie J. **Katz** vorschreibt, Chloroform, sondern Tetrachlorkohlenstoff zum Ausziehen der wässerigen Lösungen verwendet. — Versuche, das etwas umständliche Verfahren der Trennung und Reinigung zu vereinfachen und abzukürzen, haben vorläufig zu einem brauchbaren Ergebnis nicht geführt.

Das gewonnene Ergebnis soll an der Hand nachstehender Tabelle noch etwas eingehender erläutert werden. — Es sei vorausgeschickt, daß bei sämtlichen Bestimmungen nur zwei Kaffeesorten zur Verwendung kamen, die eine bezogen von der Firma **Hinz** und **Küster** (Berlin) zum Preise von 4,00 M. für 1 kg, die andere aus dem Deutschen Kolonialhaus **Bruno Antelmann** (Berlin) zum Preise von 3,20 M. für 1 kg, beide in geröstetem Zustande. Die Bohnen wurden möglichst fein gemahlen, und das Pulver ohne vorhergehende Trocknung für die Analyse abgewogen.

Tabelle I. Bestimmung des Koffeingehaltes von geröstetem Kaffee.
Es wurden in 20 bezw. 15 g gerösteten Kaffee gefunden: (ber. auf 100 g)

Kaffeesorte:	Nach dem Verfahren von Hilger u. Juckenack	Nach dem Verfahren von C. C. Keller	Nach dem Verfahren von J. Katz				Nach dem im Gesundheitsamte abgeänderten Verfahren von J. Katz.	
			a) nach dem älteren Verfahren v. 1902 unter Verwendung von		b) nach d. neueren Verfahren v. 1904			
			Salzsäure	Bleihydroxyd				
	Koffein:	Koffein:	Koffein:	Koffein:	Rohkoffein:	Reinkoffein:	Rohkoffein	Reinkoffein
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Gerösteter Kaffee kg. zu 4,00 M.	1,05	1,58	—	—	1,46	1,31	1,39	1,29
	0,98	1,82	—	—	1,46	1,32	1,40	1,28
	1,09	1,61	—	—	—	—	1,38	1,28
	0,89	—	—	—	—	—	1,39	1,28
	1,02	—	—	—	—	—	1,41	1,29
	Mittel: 1,01	Mittel: 1,67					Mittel: 1,39	
Gerösteter Kaffee kg. zu 3,20 M.	—	—	1,43	1,27	1,46	1,17	—	—
	—	—	1,43	1,29	1,35	1,15	—	—
	—	—	—	1,28	1,34	1,17	—	—
			Mittel: 1,43	Mittel: 1,28	Mittel: 1,38	Mittel: 1,16		

Die vorstehende Tabelle, in der die erhaltenen Untersuchungsergebnisse nach den drei genannten Methoden zusammengestellt sind, lehrt zunächst folgendes: Die Mittel aus den Bestimmungen nach **Hilger** und **Juckenack** und **C. C. Keller** weichen bei demselben Kaffee um über 50 v. H. voneinander ab. Die nach **Katz** gefundenen Zahlen stehen ungefähr in der Mitte. Vergleicht man die bei den einzelnen Analysen gefundenen Zahlen untereinander und mit dem Mittel, so zeigen die nach **Hilger** und **Juckenack** gefundenen Werte sehr große, die nach **Katz** die kleinsten Abweichungen. Bei den für das Reinkoffein nach dem **Katz**schen Verfahren gefundenen Werten erreichen die Differenzen niemals 2 %. Bei dem

Kellerschen Verfahren sind die ermittelten Zahlen sehr verschieden und ergeben eine Abweichung von über 10% vom Mittel.

II. Die Bestimmung des Koffeins im Kaffee nach dem Verfahren von Hilger und Juckenack.

Das Hilger und Juckenacksche Verfahren ist nach dem Wortlaut der mehrfachgenannten Abhandlung folgendes:

20 g feingemahlenen Kaffees werden mit 900 g Wasser bei Zimmertemperatur in einem Becherglas einige Stunden aufgeweicht und dann unter Ersatz des verdampfenden Wassers vollständig ausgekocht, wozu bei Rohkaffee drei Stunden, bei geröstetem Kaffee 1½ Stunden erforderlich sind. Man läßt dann auf 60—80° abkühlen, setzt 75 g einer Lösung von basischem Aluminiumacetat (Liquor Aluminii acetici des deutschen Arzneibuches) und während des Umrührens allmählich 1,9 g Natriumbikarbonat zu, kocht nochmals etwa fünf Minuten auf und bringt das Gesamtgewicht nach dem Erkalten auf 1020 g. Nun wird filtriert, 750 g des völlig klaren Filtrats, entsprechend 15 g Substanz, mit 10 g gefälltem, gepulvertem Aluminiumhydroxyd und etwas mit Wasser zum Brei angeschütteltem Filtrierpapier unter zeitweiligem Umrühren im Wasserbad eingedampft, der Rückstand im Wassertrockenschrank völlig ausgetrocknet und im Soxhletschen Extraktionsapparat 8—10 Stunden mit reinem Tetrachlorkohlenstoff ausgezogen. Der Tetrachlorkohlenstoff, der stets völlig farblos bleibt, wird schließlich abdestilliert, das zurückbleibende ganz weiße Koffein im Wassertrockenschrank getrocknet und gewogen. Um sehr genaue Werte zu erhalten, wird eine Stickstoffbestimmung in dem erhaltenen Koffein nach Kjeldahl empfohlen.

Da das Verfahren bereits nach Hilger und Juckenacks eigenen Versuchen im Vergleich zu dem Verfahren nach Riechelmann und Forster sowie Trillich und Göckel die niedrigsten Werte ergeben hatte und da auch die in dieser Abhandlung mitgeteilten Werte auf Grund der Versuche nach den Verfahren von Katz und vor allen nach Keller wesentlich höher lagen, so waren die etwaigen Fehler des Hilger und Juckenackschen Verfahrens wahrscheinlichst in Verlusten zu suchen, denn auch die geringe Färbung des gewonnenen Koffeins — reinweiß, wie es die Verfasser mit hellgeröstetem Kaffee erhalten hatten, war es in keinem Falle! — und der verhältnismäßig hohe Schmelzpunkt ließen auf störende Verunreinigungen keinen Schluß zu.

Zunächst ist fraglich, ob durch das Kochen mit reinem Wasser das Koffein quantitativ aus der Droge ausgezogen wird. Einige Autoren[1]) bezweifeln das, doch sind über diesen Punkt keine besonderen Versuche angestellt worden. Wahrscheinlich aber ist, daß ein Teil des Koffeins von dem entstehenden voluminösen, kolloidalen Aluminiumniederschlag niedergerissen wird und sich der Bestimmung entzieht. Von dem in einem Kaffeeaufguß erzeugten Bleiniederschlag wurde diese Eigenschaft, wie später gezeigt werden wird, jedenfalls festgestellt. Weiterhin läßt sich nachweisen, daß

[1]) Beitter, a. a. O. und J. Katz.

eine 8—10stündige Extraktionsdauer des getrockneten Rückstandes im Soxhletschen Apparat zur völligen Befreiung von Koffein nicht genügt, wie der folgende Versuch lehrt: Nach einer solchen Behandlung mit Tetrachlorkohlenstoff wurde der Rückstand im Soxhletschen Apparat ca. fünf Stunden mit Chloroform extrahiert; der Rückstand zeigte neben den öligen, braunen Verunreinigungen deutlich und reichlich die charakteristischen Koffeinkristalle und wog nach dem Trocknen 0,0529 g. Nach Reinigung nach dem später zu besprechenden Bleihydroxyd-Verfahren von J. Katz hinterblieb ein ziemlich reines Koffein von 0,0163 g Gewicht. Addierte man diese Koffeinmenge zu der bei der eigentlichen Bestimmung erhaltenen und berechnet aus der Summe den Koffeingehalt der Kaffeebohnen, so ergibt sich ein Prozentgehalt von 1,125, der sich den nach der Methode von Katz gefundenen Werten nährt. Die wässerige Lösung der erhaltenen 0,0163 g Koffein zeigte nach Behandeln mit Bromwasser, Eindampfen und Zusatz von Ammoniak deutlich die Amalinsäurereaktion. Hilger und Juckenack konnten dagegen in einer wässerigen Auskochung des vorher mit Tetrachlorkohlenstoff behandelten Rückstandes kein Koffein mit der Amalinsäurereaktion nachweisen, wohl aber erhielten sie einen Niederschlag mit Phosphormolybdänsäure, den sie durch beim Rösten entstandenes Pyridin oder seine Homologen verursacht glaubten[1]). Dieser Versuch veranlaßte die Verfasser auch dazu, das zuerst von Paladino[2]) und später von L. Graf[3]) und Forster und Riechelmann[4]) gleichfalls aufgefundene zweite Alkaloid des Kaffees „Koffearin" in Frage zu stellen. Für die hier besprochenen Fragen mußte das Ausbleiben der Koffeinreaktion in dem Versuch von Hilger und Juckenack dazu führen, einige Zweifel in die vollständige Ausziehbarkeit des Koffeins durch reines Wasser zusetzen.

Auch sonst findet sich im Gang dieses Untersuchungsverfahrens manche Verrichtung, die zu Schwankungen in den Ergebnissen führen kann. Das Arbeiten mit großen Flüssigkeitsmengen bei so geringem Koffeingehalt ist nachteilig, der voluminöse, kolloidale Aluminiumniederschlag läßt sich meist schwer filtrieren und noch schwieriger auswaschen, das Einbringen des mit Filtrierpapier und Tonerde versetzten Rückstands in die Filtrierpatrone ist nicht ohne geringe Verluste möglich.

Ist somit der zu niedrige Durchschnittswert des nach dem genannten Verfahren bestimmten Koffeingehaltes durch die erwähnten Verlustmöglichkeiten erklärt, so sind im Gegensatz hierzu die hohen nach dem Kellerschen Verfahren erhaltenen Zahlen auf starke Verunreinigungen des aus geröstetem Kaffee gewonnenen Koffeins zurückzuführen.

III. Die Bestimmung des Koffeingehaltes im Kaffee nach dem Verfahren von C. C. Keller.

Das Verfahren von Keller ist kurz das folgende:

Man übergießt im Scheidetrichter 6 g der getrockneten Droge mit 120 g Chloroform, setzt nach einigen Minuten 6 ccm Ammoniak zu und schüttelt während einer

[1]) A. a. O., S. 153.
[2]) Zentralblatt, 1894, I, 1259.
[3]) Z. f. öffentl. Chemie, 10, 279 (1904).
[4]) Z. f. öffentl. Chemie, 3, 129 (1897).

halben Stunde das Gemenge wiederholt kräftig um; dann läßt man Klärung eintreten, was sechs Stunden und länger dauert, filtriert 100 g der Lösung (entsprechend 5 g der Droge) in ein tariertes Kölbchen, destilliert ab, übergießt den Rückstand mit 3—4 ccm Alkohol und läßt diesen auf dem Wasserbade wegkochen. Das so gewonnene „Rohkoffein" wird darauf auf dem Wasserbad erwärmt, heiß mit 7 ccm Wasser und 3 ccm Alkohol übergossen, wobei das Koffein augenblicklich in Lösung geht; ohne weiter zu erhitzen wird der Inhalt des Kölbchens nach Zusatz von weiteren 20 ccm Wasser durchgeschüttelt und die Lösung durch ein mit Wasser angefeuchtetes Filter filtriert. Dann wird mit 10 ccm Wasser nachgewaschen und der Rückstand des Filtrats nach dem Verdampfen der Flüssigkeit gewogen.

Die dunkelbraune Färbung des auf diese Weise gewonnenen Koffeins, die durch Umkristallisieren nicht zu beseitigen war, bewies die Unbrauchbarkeit der Methode bei Verwendung von geröstetem Kaffee. Die Verwendung von Tierkohle als Reinigungsmittel hat sich in Übereinstimmung mit den Versuchen von C. C. Keller als ungeeignet erwiesen, da die Kohle bedeutende Mengen von Koffein auch in reiner Form adsorbiert. So konnten aus einer wässerigen Lösung von 0,0988 g Koffein in ca. 40 ccm Wasser nach ihrer Behandlung mit wenig Tierkohle trotz sorgfältigen Auswaschens derselben mit heißem Wasser nur 0,0668 g wiedererhalten werden, was einen Verlust von über 32% bedeutet. Daß diese Methode, die zweifellos für Tee und vielleicht auch für rohen Kaffee zufriedenstellende Ergebnisse liefert, für gerösteten Kaffee versagt, ist erklärlich. Beim Rösten treten tiefgreifende Änderungen in der Zusammensetzung der Kaffeebohne ein, wie Hilger und Juckenack des näheren festgestellt haben. Besonders entstehen starkgefärbte Stoffe, die sowohl im Wasser wie in organischen Flüssigkeiten eine bedeutende Löslichkeit besitzen, weshalb ihre Entfernung ein umständlicheres Reinigungsverfahren nötig macht, als hier zur Anwendung gelangt.

IV. Die Bestimmung des Koffeingehaltes im Kaffee nach dem Verfahren von J. Katz.

Der zuletzt genannte Übelstand ist von Katz bei der Ausarbeitung seines Verfahrens vermieden worden, das deshalb umständlicher und langwieriger geworden ist, sich dessen ungeachtet aber nach den vielen hier angestellten Versuchen als brauchbar erwiesen hat. Das Verfahren hat in der Zeit, während welcher die in dieser Abhandlung mitgeteilten Untersuchungen ausgeführt wurden, mehrere Abänderungen erfahren. Zunächst wurde das einfachere, dann das umständlichere Verfahren kritisch geprüft. Die früher erwähnte Beittersche aus der Kellerschen hervorgegangene Methode bildet die Grundlage des Katzschen Verfahrens. Die Grundzüge desselben sind folgende: Zur Gewinnung des Koffeins aus der Droge wird ein organisches Extraktionsmittel unter Zusatz einer mittelstarken Base verwendet; die Reinigung wird in wässeriger Lösung mittels Paraffin und Bleihydroxyd und die Gewinnung des Koffeins aus dieser Lösung mit Chloroform im Perforator vorgenommen. Es soll hier das zunächst veröffentlichte Analysenverfahren, das in der Tabelle I kurz mit Salzsäure-Verfahren bezeichnet ist, im Wortlaut angeführt werden.

10 g des zu untersuchenden Drogenpulvers werden mit 200 g Chloroform und

5 g Ammoniak 1/2 Stunde lang geschüttelt. Nach dem Absetzen werden 150 g Chloroformlösung abfiltriert. Der nach dem Abdestillieren des Chloroforms verbleibende Rückstand wird in 5 ccm Äther gelöst, mit 20 ccm 0,5%iger Salzsäure und etwa 0,2 bis 0,5 g festem Paraffin versetzt und erwärmt. Nachdem der Äther verjagt ist, wird der erkaltete Rückstand filtriert. Kölbchen und Filter sind einige Male mit kleinen Mengen 0,5%iger Salzsäure auszuwaschen. Die saure Flüssigkeit wird entweder zwei Stunden lang im Perforator mit Chloroform ausgezogen oder viermal im Scheidetrichter mit je 20 ccm Chloroform ausgeschüttelt. Der Rückstand der Chloroformlösung wird als Koffein gewogen.

Da das Verfahren für Bestimmungen des Koffeins im Tee besonders empfohlen wird, so wurden nach dieser Methode zunächst auch Koffeinbestimmungen in zwei Souchong-Teesorten ausgeführt. Hierbei ergaben sich Gehalte von 2,93 und 3,03% Koffein; in gebranntem Kaffee wurden die in Tabelle I angegebenen Werte ermittelt. Erhöhte man den Koffeingehalt des Untersuchungsgegenstandes willkürlich auf etwa das Doppelte durch Zusatz von reinem Koffein, so wurde im Tee ungefähr 3% des wahren Wertes zuviel, im Kaffee über 3% des wahren Wertes zu wenig wieder gefunden. Wären auch diese Fehler zu vernachlässigen, so zeigte doch die starke Färbung des bei den Kaffeebestimmungen gewonnenen Koffeins, der ein niedriger Schmelzpunkt entsprach — er lag nach mehreren Bestimmungen zwischen 213° und 215° [1]) —, daß die Methode für Bestimmungen in geröstetem Kaffee unzureichend ist, wie das Katz selbst schon betont hat. Immerhin erwies sich das erhaltene Koffein schon wesentlich reiner als das nach der Kellerschen Methode gewonnene.

Die von Katz vorgeschlagene Änderung, welche das Verfahren auch für gerösteten Kaffee brauchbar macht, ist folgende [2]): Statt mit verdünnter Salzsäure wird der Ammoniak-Chloroformextrakt nach einer Vorbehandlung mit Äther mit heißem Wasser ausgezogen und die gefärbte Flüssigkeit mit 6—8 ccm oder mit einer geringeren Menge einer Aufschwemmung von Bleihydroxyd im Wasser (1 : 20) und unter Zusatz von etwas festem Paraffin auf dem Wasserbad 10 Minuten erwärmt und nach dem Erkalten filtriert. Vor dem Filtrieren werden der Mischung noch einige Dezigramm Magnesia zugefügt.

Die Verwendung von Bleihydroxd war zwar von Beitter beanstandet worden, doch hatten bereits Hilger und Juckenack [3]) gezeigt, daß allerdings das mit Natronlauge dargestellte und mit diesem verunreinigte Bleihydroxyd in der Wärme zersetzende Wirkung auf das Koffein zeige, daß dagegen das mit Ammoniak gefällte das Koffein nicht angreife. Hierüber angestellte Versuche lehrten, daß auch das mit Natronlauge erhaltene Bleihydroxyd unter den Bedingungen des Katzschen Verfahrens auf das Koffein nicht merklich zersetzend wirken könne, wenn es gut

[1]) Die Schmelzpunktswerte sind unkorrigiert und daher keine absoluten, doch miteinander vergleichbar, da sie alle mit Hilfe des gleichen Thermometers erhalten wurden. Für reines Koffein war 228° gefunden worden. Die Literaturangaben über den Schmelzpunkt des Koffeins gehen auseinander und schwanken von 226° bis 235°. Juckenack und Hilger geben 230,5° an.

[2]) Dieses Verfahren ist in Tabelle I kurz als Bleihydroxydverfahren bezeichnet worden.

[3]) A. a. O.

ausgewaschen war[1]). Ein zersetzender Einfluß von Bleihydroxyd in reiner Form ist schon deshalb nicht zu befürchten, weil das viel stärker basische Ammoniak diese Eigenschaft, wie ebenfalls Hilger und Juckenack[2]) nachgewiesen haben, nicht besitzt. Immerhin wurde noch eine Prüfung des Verfahrens auf folgende Weise versucht:

Zunächst wurden 10 g Sägemehl nach dem Bleihydroxyd-Verfahren behandelt und lieferten einen Rückstand von nur 0,0005 g. Hierauf wurden in zwei Versuchen trockene Gemenge von 10 g Sägemehl mit Tannin und Koffein, die durch Versetzen des Sägemehls mit wässerigen Lösungen der genannten Zusätze und Abdampfen der Mischung hergestellt worden waren, der Katzschen Behandlungsweise unterworfen. Die Mengen Tannin und Koffein waren äquimolekular. Im ersten Fall, in dem die absolute Koffeinmenge die kleinere war, ergab sich ein Verlust von 10 % der zugesetzten Menge, im anderen Fall ein solcher von über 6 %. Die Einsinnigkeit der Abweichungen läßt schließen, daß hier wirklich das Verfahren die Verluste bedingt. Diese Ergebnisse darf man jedoch nicht ohne weiteres auf die Koffeinbestimmung im Kaffee übertragen, denn die Kaffeegerbsäure kann mit Tannin nicht identifiziert werden, da Tannin- mit Koffeinlösung zusammengebracht einen Niederschlag gibt, während Koffein und Kaffeegerbsäure beim Behandeln des Kaffeepulvers mit Wasser offenbar nebeneinander in Lösung gehen und auch in der Kälte nicht ausfallen. Da das Behandeln des Chloroform-Rückstandes mit Wasser in der Wärme, die Filtration aber in der Kälte geschieht, so kann leicht ein Teil des Koffeins als unlösliche Tanninverbindung auf dem Filter zurückbleiben.

Daß die entfärbende Wirkung des feinverteilten Bleihydroxyds etwa auf einer Oberflächenwirkung beruhe, erwies sich nach zahlreich angestellten Versuchen als unwahrscheinlich. Wahrscheinlich besitzen die färbenden Substanzen sauren Charakter oder sind an die Säuren des Kaffees gebunden und werden durch geeignete Basen (Pb oder Al) in neutraler und auch in schwachsaurer Lösung gefällt, denn die Acetate wirken wie die Hydroxyde. Bemerkt sei auch, daß reines Koffein mit Bleisalzen keinen Niederschlag gibt[3]).

Daß zwischen den gefärbten Stoffen bezw. ihren Verbindungen mit Säure und dem Koffein eine chemische Bindung besteht, erhält einige Wahrscheinlichkeit dadurch, daß beim Ausschütteln oder Perforieren d. h. dem Übergang des Koffeins aus einer flüssigen Phase in die andere eine der Koffeinmenge entsprechende Menge Farbstoff übergeht, so daß man aus der schließlichen Färbung der Extraktionsflüssigkeit auf die Menge des übergegangenen Koffeins schließen kann. Dies würde auch die Hartnäckigkeit erklären, mit der die färbenden Stoffe vom Koffein festgehalten werden, die ja sogar zu der Vermutung führte, sie entständen immer erst beim Trocknen aus Spuren „chromogener Substanzen"[4]).

[1]) Je nach der Herstellungsweise wirkt das Bleihydroxyd in wässeriger Aufschlemmung verschieden. Bei den mitgeteilten Versuchen wurde es aus einer kalten, sehr verdünnten wässerigen Lösung des Nitrates durch Ammoniak gefällt, wobei es sehr fein ausfällt und lange suspendiert erhalten werden kann.

[2]) A. a. O.

[3]) s. hierzu R. u. O. Adler, Berl. Ber. 38, 1164 (1905), Fällbarkeit von Lävulose im Harn durch basisches Bleiacetat.

[4]) Beitter, a. a. O.

Es soll noch betont werden, daß bei der Behandlung des Chloroformrückstandes mit verdünnter Salzsäure bezw. Wasser und dem Reinigen mit Bleihydroxyd oder Paraffin oder mit beiden letztgenannten Reagenzien ein wiederholtes, mindestens dreimaliges Ausziehen unbedingt erforderlich ist und daß auch der Filterrückstand wiederholt ausgewaschen werden muß, um alles Koffein in Lösung zu bringen.

Die nach diesem Verfahren gewonnenen Zahlen sind allerdings beträchtlich niedriger als die nach dem vorherbeschriebenen. Doch ist die Färbung des Koffeins eine so wesentlich schwächere und der gefundene Schmelzpunkt ein so wesentlich höherer, daß es berechtigt erscheint, diesen scheinbaren Verlust auf Kosten der Verunreinigungen zu setzen. Als Schmelzpunkt ergab sich aus mehreren Bestimmungen 220°—221° [1]).

Das endlich im Jahre 1904 von Katz vorgeschlagene Verfahren stellt eine Vereinigung der beiden vorher beschriebenen Methoden des gleichen Verfassers dar. Es wurde an den ausschließlich zu allen Versuchen benutzten beiden Kaffeesorten erprobt und ergab die in der Tabelle I (Spalte 6 und 7) wiedergegebenen Werte. Das gewonnene Koffein war nur noch gelblich gefärbt und der Abnahme der Verunreinigungen entsprach ein erhebliches Ansteigen des Schmelzpunktes auf 225°. Der Erfolg des Verfahrens beruht einmal auf der Zerlegung des Reinigungsverfahrens in zwei Abschnitte: Zunächst Trennung des Koffeins von den fett- und wachsartigen Stoffen, die in das Chloroform übergegangen sind (Behandlung mit verdünnter Salzsäure), dann Entfärbung mit Bleihydroxyd. Günstig wirkt auch die zweimalige Überführung des Koffeins in eine andere flüssige Phase, wobei jedes Mal ein Teil der färbenden Stoffe zurückgehalten wird. In Anbetracht dessen, daß die Perforation zweimal auszuführen ist, muß besondere Sorgfalt auf eine gänzliche Erschöpfung verwandt werden. Es hatte sich schon bei den ersten Versuchen gezeigt, daß eine zweistündige Extraktionsdauer zu kurz gewählt ist. Bei nochmaligem Ausziehen während zwei Stunden mit reinem Chloroform hinterließ dieses nach dem Abdestillieren 0,0015 g Rückstand, in dem deutlich Koffeinkriställchen sichtbar waren. Es wurde deshalb immer während drei Stunden perforiert. Natürlich wird man je nach dem Wirkungsgrad des verwandten Perforators die Zeitdauer der Perforation verschieden wählen müssen: Länge der durchsetzten Schicht, Zahl der Windungen und Weite des Schlangenrohrs, Größe der durchsetzenden Tröpfchen sind hierbei von Einfluß.

Eine weitere Verbesserung des zuletzt besprochenen Katzschen Verfahrens vom Jahre 1904 konnte durch Abänderung des Perforations-Verfahrens erreicht werden. Die schon von Hilger und Juckenack ermittelte Tatsache, daß beim Extrahieren des Kaffees mit Tetrachlorkohlenstoff die am wenigsten gefärbten Lösungen erhalten werden, gab den Anlaß, Tetrachlorkohlenstoff statt Chloroform bei der Perforation zu verwenden. Nach der vorangegangenen Betrachtung ist die günstige Wirkung so zu erklären, daß der Tetrachlorkohlenstoff ein weit größeres Lösungsvermögen dem reinen

[1]) Eine weitere nach dieser Methode angestellte Versuchsreihe ergab folgende Gehaltzahlen des Koffeins für einen gerösteten Kaffee: 1,18, 1,19, 1,16%. Die Übereinstimmung ist wie in den in der Tabelle I angeführten Bestimmungen eine befriedigende.



Koffein als der gefärbten Verbindung gegenüber besitzt. Infolgedessen wird aus der wässerigen Lösung, in der durch Hydrolyse beide Körper enthalten sind, allmählich alles Koffein in fast reiner Form extrahiert und die Extraktionsflüssigkeit bleibt hell.

Da nun aber die Löslichkeit des Koffeins in Tetrachlorkohlenstoff sehr viel geringer ist als in Chloroform, so nimmt die Erschöpfung im Perforator entsprechend längere Zeit in Anspruch. Versuche zeigten, daß bei Verwendung des hier benutzten Perforators, welchen Katz empfiehlt, eine zehnstündige Extraktion nötig und ausreichend ist. Die zu diesem Ergebnis führenden Versuche wurden so angestellt, daß nach acht-, zehn- und zwanzigstündiger Perforation die extrahierte Flüssigkeit nochmals drei Stunden und zwar mit Chloroform perforiert wurde. Das Chloroform färbte sich in allen drei Fällen ziemlich stark, der Rückstand im ersten Fall gab noch deutlich die Amalinsäurereaktion, im zweiten war diese nicht mehr deutlich erkennbar, im dritten, in dem fünf Stunden mit Chloroform perforiert worden war, blieb sie ganz aus.

Noch ein weiteres Bedenken, das man gegen dies Verfahren von Katz geltend machen könnte, wurde bei diesen Versuchen zu beseitigen gesucht, nämlich die Benutzung eines nur aliquoten Teiles des ersten Filtrats des Chloroformauszuges. Ungenügende Extraktion der Droge bei dem halbstündigen Schütteln, Adsorption des Koffeins durch das feine Kaffeepulver, Vernachlässigung des im Ammoniak gelösten Koffeins konnten Fehler bedingen. Es konnte durch einen Versuch ermittelt werden, daß eine achtstündige Extraktion des „Kaffeesatzes“, d. h. des bei der Herstellung des Kaffeegetränkes hinterbleibenden Kaffeepulvers, mit Chloroform im Soxhletschen Apparat und Behandeln des Extraktes nach dem Katzschen Verfahren einen Rückstand von 0,0390 g an Koffein ergab, der nach weiterer Reinigung noch 0,0320 g betrug. Als Mittel aus den fünf in der Tabelle V angeführten Bestimmungen ergab sich für das Filtrat, d. h. für das fertige Kaffeegetränk ein Gehalt von 0,969 g Reinkoffein. Berechnet man aus diesen Werten, einerseits des Kaffeesatzes, anderseits des Kaffeefiltrats, den Prozentgehalt des angewandten Kaffees an Reinkoffein, so ergibt sich 1,29 %. Vergleicht man hiermit die bei direkter Ermittelung des Koffeins im Kaffeepulver gefundenen Werte, die aus Tabelle I ersichtlich sind und 1,28—1,29 % betragen, so ergibt sich, daß ein nur aliquoter Teil des ersten Filtrats unbedenklich zu den Versuchen verwandt werden darf.

Ganz weiß ist das erhaltene Koffein auch hier nicht, doch zeigt die gute Übereinstimmung der Zahlen einerseits, anderseits der hohe Schmelzpunkt (er wurde bei diesen Präparaten zu 227° gefunden), daß das Verfahren befriedigende Ergebnisse liefert, und bei ihm stehen geblieben werden konnte.

Mit diesem Verfahren ausgerüstet konnte mit Aussicht auf Erfolg an die Lösung der eigentlichen Aufgabe geschritten werden.

V. Die Ermittelung des Koffeingehaltes im Kaffeegetränk und im Kaffeesatz.

Über die Bestimmung des Koffeingehaltes einer „Tasse Kaffee“ finden sich in der Literatur nur sehr spärliche Angaben und diese stehen obenein in einem Wider-

spruch zueinander. Nach Aubert[1]) ist in einer Tasse Kaffee (200 ccm Aufguß), die aus etwa 17 g Bohnen bereitet war, ungefähr 0,10—0,12 g Koffein enthalten. Diese aus dem Jahre 1872 stammende Angabe ist auch in die meisten Lehrbücher der Arzneimittellehre übernommen worden. König[2]) gibt an, daß wir in einer Tasse Kaffee aus 15 g Bohnen und 200 g Wasser 0,26 g Koffein genießen. Das vom Kaiserl. Gesundheitsamt herausgegebene „Gesundheitsbüchlein"[3]) spricht von $^1/_4$ g als dem Gehalt einer Tasse Kaffee an Koffein. Nach einer in den „Vereinbarungen"[4]) enthaltenen Angabe kann als Mittel zahlreicher Untersuchungen für gerösteten Kaffee ein Alkaloidgehalt von 1,28 % angenommen werden. Rechnet man eine Tasse, wie es bei den obigen Angaben geschehen ist, zu 15 g Bohnen und 200 g Aufguß, so ergibt sich daraus unter der Voraussetzung, daß alles Koffein in den Aufguß übergeht, für die angegebenen Mengenverhältnisse ein Gehalt von 0,19 g. Da jedoch bei den üblichen Verfahren zur Herstellung eines Kaffeeaufgusses die Extraktionsdauer im allgemeinen eine kurze ist, so ist die tatsächlich in einer Tasse Kaffee enthaltene Koffeinmenge aller Wahrscheinlichkeit nach geringer. In der neuesten Zeit hat nun, wie schon erwähnt wurde, Katz[5]) eine große Reihe von Versuchen über diese Frage angestellt, deren Ergebnisse in die vom Kaiserl. Gesundheitsamt ausgearbeitete Kaffee-Denkschrift[6]) Aufnahme gefunden haben. Sie besagen, daß in einer kleinen Tasse Kaffee (150 ccm Inhalt), der auf eine bestimmte Weise hergestellt sei, ein Koffeingehalt von rund 0,1 g angenommen werden dürfe, und daß von diesem Wert bei den verhältnismäßig geringen Schwankungen des Koffeingehaltes der verschiedenen Kaffeesorten keine großen Abweichungen zu erwarten seien.

Bei den folgenden Versuchen, diese Frage bestimmter zu beantworten, mußte berücksichtigt werden, daß, neben der Brauchbarkeit des Untersuchungsverfahrens für den besonderen Fall, auch Bereitungsweise des Kaffeeaufgusses und Kaffeesorte von Einfluß auf das Ergebnis sein konnten.

Was den letzteren Punkt anlangt, der von Katz unberücksichtigt gelassen wird, so ergab sich, daß der Gehalt des Kaffeeaufgusses an Koffein unter gleichen Herstellungsbedingungen ungefähr proportional ist dem Koffeingehalt der gerösteten Bohne, daß man mithin keine spezifische Extrahierbarkeit anzunehmen hat. Daher läßt sich aus dem anderweitig bestimmten Gesamtkoffeingehalt und der prozentischen Ausnutzung des Kaffeepulvers unter den Bedingungen einer bestimmten Herstellungsweise des Aufgusses der Gehalt des Kaffeegetränkes an Koffein ohne weiteres ermitteln.

Was die Bereitungsweise des Kaffeeaufgusses anlangt, so ist klar, daß sowohl die absoluten als die relativen Mengen von verwendetem Kaffeepulver und Wasser von Einfluß auf den Koffeingehalt des Getränkes sein würden. Deshalb wurden diese Größen, d. h. also Gewicht des verwendeten Kaffees und Wassers, mithin ihr Verhältnis, wenigstens innerhalb einer Versuchsreihe konstant gehalten und zum großen Teil

[1]) Pflügers Archiv f. d. ges. Physiologie 5, 589 (1872).
[2]) König, Die menschl. Nahrungs- u. Genußmittel II, 1044 (1893).
[3]) Gesundheitsbüchlein, herausgeg. vom Kaiserl. Gesundheitsamt, X. Ausgabe (1904), S. 102.
[4]) Vereinbarungen. Heft III, S. 26.
[5]) A. a. O.
[6]) „Der Kaffee", herausgeg. v. Kaiserl. Gesundheitsamt, Berlin 1903, S. 80.

auch ein enger Anschluß an die Katzschen Versuche angestrebt. Auch die Feinheit des Kaffeepulvers war bei allen Versuchen gleich. Hingegen wurden Dauer und Art und Weise der Berührung von Kaffee und Wasser, wie sie durch die in der Praxis angewendeten „Kaffeemaschinen“ und Bereitungsarten gegeben sind, verschieden gewählt, wie dies auch schon von J. Katz geschehen ist. Von einer Verwendung verschiedener Wasserarten wurde Abstand genommen, da schon von Katz ihre Bedeutungslosigkeit für den vorliegenden Fall dargetan worden ist.

Als Untersuchungsverfahren kam nach dem Vorausgegangenen nur das von J. Katz in Betracht. Doch sind auch nach dem Verfahren von Hilger und Juckenack einige Bestimmungen ausgeführt worden, die jedoch wegen der voneinander abweichenden Ergebnisse nicht weiter in Betracht gezogen sind.

Die analytischen Schwierigkeiten wachsen bei diesen Bestimmungen erheblich. Da immer deren zwei bei einem Versuch auszuführen sind, Bestimmung des Koffeingehaltes des Aufgusses und des Rückstandes oder „Kaffeesatzes“, so verdoppeln sich die in dem Verfahren liegenden Fehler, weshalb selten eine vollständige Übereinstimmung der gefundenen Werte für den Koffeingehalt mit den direkt gefundenen (s. S. 317) zu erzielen ist.

Ist es schon mißlich, eine bestimmte Menge kochenden Wassers, mit der das Kaffeepulver zu übergießen ist, auch nur auf Gramme genau abzuwägen und den getrockneten „Kaffeesatz“ nach der Filtration quantitativ für die Chloroformextraktion zu sammeln, so liegt der Hauptnachteil des Verfahrens in der Behandlung des Kaffeepulvers mit Wasser. Dadurch werden große Mengen färbender Stoffe gelöst und anderseits auch der zurückbleibende Kaffeesatz so verändert, daß er bei der weiteren Behandlung mit Chloroform und Ammoniak weit größere Mengen färbender Stoffe an ersteres abgibt, als er es ohne vorherige Behandlung mit kochendem Wasser tut.

Nach der Vorschrift von Katz soll nun der Kaffeeaufguß eingedampft, mit Ammoniak und Wasser aufgenommen und in den Perforator gespült werden. Dadurch tritt der Übelstand ein, daß bei dem Perforieren aus der fast schwarz gefärbten wässerigen Lösung sehr beträchtliche Mengen Farbstoff in das Chloroform übergehen, die auch bei der weiteren Reinigung nicht vollständig genug sich entfernen lassen. Verwendet man Tetrachlorkohlenstoff, so ist die Reinigung eine genügende, aber es tritt leicht Emulsion an der Trennungsfläche der flüssigen Phasen ein. Die wässerigen Verunreinigungen werden als Schaum in großen Mengen in den Kolben mitgerissen, adsorbieren beträchtliche Mengen des Koffeins und setzen sich an den Wänden des Kolbens so fest an, daß sie nicht ohne mechanische Hilfsmittel wieder entfernt werden können. Auch bei Verwendung von Chloroform tritt diese Emulsionsbildung manchmal ein.

Es wurde deshalb versucht, die Verunreinigungen vor der Behandlung im Perforator zu entfernen.

Weder durch Paraldehyd, noch durch Fällung von Baryumsulfat aus verdünnter Lösung in der Kälte konnte eine merkliche Aufhellung des Aufgusses erzielt werden, und auch aufgeschlemmtes Bleihydroxyd wirkte langsam und unvollständig. Zwar rissen Bleisalze beim Fällen mit Ammoniak fast gänzlich die färbenden Substanzen mit

nieder, doch konnten in dem Niederschlag auch beträchtliche Mengen Koffein nachgewiesen werden, wenn man diesen nach gründlichem Auswaschen wieder löste und die Lösung im Perforator mit Chloroform behandelte. Auch ergab sich, daß bei der mit Bleisalz vorbehandelten Lösung, die nur noch gelb gefärbt war, die relative Menge des in das Chloroform beim Perforieren übergehenden Farbstoffes viel größer war als bei der nicht vorbehandelten Lösung, so daß der durch die vorhergegangene Reinigung erzielte Vorteil wieder hier verloren ging. Diese Beobachtung stimmt gut überein mit der Annahme, daß das Koffein an färbende Substanzen gebunden ist, und mit dem Versuchsergebnis von Katz, der immer Kaffeeextraktmenge und Koffeinmenge proportional fand. Der Versuch, den getrockneten Rückstand des Aufgusses im Soxhletschen Apparat mit Chloroform zu erschöpfen, muß als aussichtslos bezeichnet werden. Einmal ist es schwierig, die harte, sehr fest an der Porzellanschale haftende Masse quantitativ in die Extraktionshülse zu bringen, dann aber geht die Erschöpfung außerordentlich langsam vor sich. Nachdem bereits 25 Stunden extrahiert war, konnten nach weiterer zehnstündiger Extraktionsdauer mit reinem Chloroform im Extrakt immer noch Koffeinkristalle in beträchtlicher Menge nachgewiesen werden. Der Grund dafür liegt wahrscheinlich darin, daß die Benetzung des Rückstandes, der auch nach längerem Trocknen auf dem Wasserbad noch Wasser enthält, durch Chloroform sehr unvollständig ist.

Daher war es am zweckmäßigsten, eine Fällung im Aufguß zu vermeiden und diesen zunächst mit Chloroform und nach der Reinigung mit Bleihydroxyd mit Tetrachlorkohlenstoff zu extrahieren. Da das Koffein äußerst leicht schon bei verhältnismäßig niederer Temperatur zu sublimieren beginnt, so ist hierbei darauf zu achten, daß eine genügende Menge Extraktionsflüssigkeit im Kolben vorhanden ist und eine örtliche Überhitzung desselben vermieden wird. Eine merkliche Flüchtigkeit des Koffeins mit Tetrachlorkohlenstoffdämpfen ist nicht anzunehmen, wie der folgende Versuch lehrt. Es wurde eine gewogene Menge Koffein in reinem Tetrachlorkohlenstoff gelöst, dieser abdestilliert und diese Operation mit immer neuen Mengen reinen Lösungsmittels fünfmal wiederholt. Ein Gewichtsverlust des Koffeins hatte nach dieser Zeit nicht stattgefunden, das Koffein war ganz weiß geblieben.

Was die Behandlung des Kaffeesatzes anlangt, so ist darauf zu achten, daß dieser vor der Extraktion mit Chloroform und Ammoniak völlig getrocknet wurde. War dies nicht der Fall, so wird nicht das gesamte Ammoniakwasser von dem Pulver aufgenommen, das Filtrat geht trüb infolge Wassergehaltes durchs Filter und die Berechnung wird ungenau.

In den nachfolgenden Tabellen (S. 328 u. 329) sind die Ergebnisse der hier angestellten Versuche wiedergegeben und gleichzeitig zum Vergleich die Katzschen Versuchsergebnisse in einer etwas veränderten Form in Tabelle III zusammengefaßt.

Über diese Bestimmungen ist im einzelnen noch folgendes zu bemerken:

Tabelle II enthält die nach dem Verfahren von Hilger und Juckenack erhaltenen Werte. Die Bereitungsart des Aufgusses ist bei allen sechs Versuchen die gleiche gewesen und zwar wurde die wohl vielfach gebrauchte sog. Kaffeesturzmaschine verwendet. Verwandte Kaffee- und Wassermenge blieben innerhalb der Versuchsreihe gleich, sind aber etwas verschieden von den in den übrigen Tabellen wiedergegebenen

Tabelle II. Koffeinbestimmungen im Kaffeeaufguß.

I. Versuchsreihe.

Bereitungsart des Aufgusses: Kaffeesturzmaschine.
Angewandte Wassermenge: 240 g.
Angewandte Kaffeemenge: 15 g.
Bestimmungsverfahren nach Hilger und Juckenack[1]).

Koffeingehalt der Bohne nach direkter Bestimmung	Ungefähres Gewicht des Filtrats g	Koffein gefunden im Rückstand (Kaffeesatz) g	Koffein gefunden im Aufguß g	Der Koffeingehalt der Bohne berechnet sich aus den gef. Koffeinmengen d. Rückstandes (Kaffeesatzes) und des Aufgusses zu:	In einer Tasse Kaffee zu 150 g Aufguß sind daher im Mittel enthalten g Koffein
1	2	3	4	5	6
1,04 %	200	a) 0,1020 b) 0,0450	0,0236 0,1279	0,84 % 1,15 %	0,057
1,03 %	200	a) 0,0604 b) 0,0150	0,0873 0,0918	0,78 % 0,71 %	0,048
0,63 %	200	a) 0,0488 b) 0,0597	0,0511 0,0435	0,67 % 0,69 %	0,036

Tabelle III. Koffeinbestimmungen im Kaffeeaufguß.

Nach Versuchen von J. Katz[2]).

Kaffeesorte: Kaffee zum Preise von 1,60 Mk. für ½ kg.
Direkt ermittelter Koffeingehalt dieses Kaffees: 1,26 %.
Angewandte Wassermenge: 300 g.
Angewandte Kaffeemenge: 15 g.
Bestimmungsverfahren nach J. Katz (1904).

Herstellungsart	Filtratmenge g	Es wurde gefunden g Koffein im		Anteil des in den Aufguß übergegangenen Koffeins in Prozenten des in der Bohne enthaltenen K.	In einer Tasse Kaffee zu 150 g Aufguß sind enthalten g Koffein:	
		Aufguß	Rückstand (Kaffeesatz)		Berechnet aus der im Kaffeeaufguß (3) gefundenen Koffeinmenge	Berechnet aus den Werten in Spalte 5 u. dem direkt ermittelten Koffeingehalt: 1.26 %
1	2	3	4	5	6	7
Arndtscher Kaffeetrichter	270,5	0,207	0,0072	96,5 %	0,11	0,10
Infusum	282,0	0,176	0,0306	85,2 %	0,093	0,085
Gewöhnlicher Kaffeetrichter	274,0	0,114	0,0751	60,8 %	0,063	0,062

[1]) Forschungsber. über Lebensmittel **4**, **145** (1897).
[2]) Pharm. Archiv **242**, S. 42—48. (1904.)

Tabelle IV. Koffeinbestimmungen im Kaffeeaufguß.

II. Versuchsreihe.

Kaffeesorte: Kaffee zum Preise von 1,60 Mk. für 1/2 kg.
Direkt ermittelter Koffeingehalt dieses Kaffees: 1,16 %.
Angewandte Wassermenge: 300 g.
Angewandte Kaffeemenge: 15 g.
Bestimmungsverfahren nach J. Katz (1904)[1].
Extraktionsmittel: Chloroform.

Herstellungsart	Filtratmenge g	Es wurde gefunden g Koffein im		Anteil des in den Aufguß übergegangenen Koffeins in Prozenten des in der Bohne enthaltenen K.	In einer Tasse Kaffee zu 150 g Aufguß sind enthalten g Koffein:	
		Aufguß	Rückstand (Kaffeesatz)		Berechnet aus der im Kaffeeaufguß (3) gefundenen Koffeinmenge	Berechnet aus den Werten in Spalte 5 u. dem direkt ermittelten Koffeingehalt: 1,16 %
1	2	3	4	5	6	7
Infusum	252,8	0,1547	0,0288	84,3 %	0,094	0,087
Arndtscher Kaffeetrichter	270,1	0,1757	0,0023	98,7 %	0,098	0,095
Infusum[2])	260,3	0,1419	0,0314	81,9 %	0,082	0,082

Tabelle V. Koffeinbestimmungen im Kaffeeaufguß.

III. Versuchsreihe.

Kaffeesorte: Kaffee zum Preise von 2,00 Mk. für 1/2 kg.
Direkt ermittelter Koffeingehalt dieses Kaffees: 1,28 %.
Angewandte Wassermenge: 300 g.
Angewandte Kaffeemenge: 15 g.
Bestimmungsverfahren nach J. Katz (1904)[3]).
Extraktionsmittel: Tetrachlorkohlenstoff.

Herstellungsart	Versuch	Filtratmenge g	Es wurde gefunden g Koffein im		Anteil des in den Aufguß übergegangenen Koffeins in Prozenten des in der Bohne enthaltenen K.	In einer Tasse Kaffee zu 150 g Aufguß sind enthalten g Koffein:	
			Aufguß	Rückstand (Kaffeesatz)		Berechnet aus der im Kaffeeaufguß (3) gefundenen Koffeinmenge	Berechnet aus den Werten in Spalte 5 u. dem direkt ermittelten Koffeingehalt: 1,28 %
1	2	3	4	5	5	6	7
Arndtscher Trichter	A	275,5	0,1125	0,0055	(97,2)	—	0,102
	B	271,0	0,1569	0,0060	(96,9)	—	0,103
Infusum	A	260,5	0,1611	0,0327	83,1	0,093	0,092
	B	259,0	0,1635	0,0336	83,0	0,095	0,092
Gewöhnlicher Kaffeetrichter	A	263,1	0,0895	0,0374	(80,9)	—	0,089
	B	269,4	0,1310	0,0383	(80,4)	—	0,086
Kaffeesturzmaschine	A	243,1	0,1622	0,0286	85,0	0,100	0,101
	B	254,0	0,1655	0,0259	86,5	0,098	0,098
Arndtscher Trichter	C	276,0	0,1820	0,0134	93,1	0,099	0,097

[1]) Pharm. Archiv **242**, S. 42—48, (1904).
[2]) Hier ging der ersten Perforation eine Fällung des Aufgusses mit Bleisalz voraus.
[3]) A. a. O.

Mengen. Die Kaffeesorte war eine verschiedene. Auffällig sind die großen Schwankungen im Gehalt des Rückstandes und des Aufgusses an Koffein bei den Parallelbestimmungen, die nur bei Verwendung des Kaffees mit dem geringsten Koffeingehalt etwas verschwinden. Sie können nur auf eine unregelmäßige Wirkungsweise der benutzten Kaffeemaschine zurückgeführt werden. Daß hingegen die aus den Bestimmungen im Rückstand und im Filtrat berechneten Werte für den Koffeingehalt der Bohne noch weitere Abnahmen gegenüber den direkt nach Hilger und Juckenack gefundenen Zahlen erfahren, muß auf Rechnung der durch das Verfahren bedingten Verluste gesetzt werden, die hier doppelt ins Gewicht fallen. Die in der letzten Spalte berechneten Zahlen für den Gehalt einer Tasse Kaffee, die hier wie in allen übrigen Fällen zu 150 g Flüssigkeit angenommen ist, sind daher nicht verwertbar und können nur dazu dienen, die ungefähr proportionale Abnahme des Koffeingehaltes der Tasse Kaffee mit dem der verwendeten Kaffeesorte zu veranschaulichen.

Die Tabellen III bis V enthalten die von Katz ausgeführten und die im chemischen Laboratorium des Kaiserl. Gesundheitsamtes angestellten Versuche unter Zugrundelegung des Katzschen Untersuchungsverfahrens. Über die bei der Kaffeeaufgußbereitung gebrauchten Geräte und die Art ihrer Verwendung sei noch folgendes bemerkt.

Der benutzte „gewöhnliche Kaffeetrichter“ wurde beim Gebrauch innen mit einem die ganze Innenwandung bedeckenden Fließpapierfilter ausgekleidet, das trockene Kaffeepulver auf das Filter gebracht und das kochende Wasser so schnell aufgegossen, als es die Durchlaufsgeschwindigkeit des Filtrates gestattete.

Die Wirkungsweise des Arndtschen Trichters und der Kaffeesturzmaschine ist ziemlich übereinstimmend: Das siedend heiße Wasser durchdringt langsam eine Schicht feingemahlenen Kaffeepulvers und wird in einem unter dem Filter befindlichen Becherglas aufgefangen. Die Verschiedenheit besteht hauptsächlich darin, daß bei dem Arndtschen Trichter nur ein sehr feinmaschiges Metalldrahtsieb als Filter in Anwendung kommt, das Pulver aber durch eine darüber befindliche zweite Siebplatte fest zusammen gepreßt wird, wenn die für die Größe des Apparates vorgeschriebene Kaffeemenge in Anwendung kommt. Bei der Kaffeesturzmaschine hingegen durchdringt das Wasser, nachdem es die Kaffeeschicht durchsetzt hat, eine fein durchlochte, mit Fließpapier bedeckte Siebplatte.

Das Infusum endlich wurde nach den Angaben des deutschen Arzneibuches [1]) hergestellt.

Wie aus dem Vorausgegangenen ersichtlich, unterscheiden sich die Darstellungsweisen des Aufgusses durch die Art und Dauer der Berührung von Kaffeepulver und siedendem Wasser.

Die senkrechten Spalten der Tabellen III bis V haben folgende Bedeutung. In der ersten Spalte ist die Bereitungsweise des Kaffeeaufgusses, in der zweiten die gewonnene Filtratmenge, in der dritten und vierten das im Kaffeefiltrat (Kaffeeaufguß) und im Rückstand (Kaffeesatz) gefundenen Reinkoffein, in der fünften der in den

---

[1]) Arzneibuch f. das deutsche Reich, 4. Ausg., Berlin 1900, S. 195.

Aufguß übergegangenen Anteil des Gesamtkoffeins angegeben. Dieser Wert gibt nur die scheinbare „Ausnutzung" nach dem angegebenen Bereitungsverfahren wieder, insofern als die Verschiedenheit der Filtratmengen unberücksichtigt bleibt. Die Werte in den Spalten 6 und 7 endlich geben den Koffeingehalt einer Tasse Kaffe von 150 g Inhalt in g an, wie er auf zweierlei Weise ermittelt wurde. Die erste Zahl ist gefunden, indem die für die in Spalte 2 angegebene Filtratmenge gefundene Koffeinmenge auf 150 g Filtrat umgerechnet ist. Hierbei fällt ein fehlerhaftes Analysenergebnis stark ins Gewicht. Berechnet man den Koffeingehalt der Tasse Kaffee hingegen aus dem direkt ermittelten und genau bestimmten Koffeingehalt der Bohne und den in Spalte 5 enthaltenen Werten für die „Ausnutzung", so ist diesen Zahlen eine größere Genauigkeit zuzuschreiben, weil in diese Berechnung nur das Verhältnis der beiden Analysenwerte (Spalte 4 und 5), wie leicht ersichtlich ist, eingeht.

Bei einem Vergleich mit den Katzschen Versuchen ergibt sich, daß eine gute Übereinstimmung in den letzten drei besonders interessierenden Spalten bei vergleichbaren Versuchen zu verzeichnen ist. Die Qualität des Kaffees ist auf die Ergebnisse nur insofern von Einfluß, als der Koffeingehalt der Bohne ein anderer ist. Die Zahlen, die den Anteil der in den Aufguß übergegangenen Koffeinmenge in Prozenten angeben (Spalte 5), weichen in dem bereits von Katz gefundenen Sinn voneinander ab. Die von Katz nicht verwendete „Kaffeesturzmaschine" ist nach ihrem Wirkungsgrad zwischen der Bereitungsart mit dem „Arndtschen Trichter" und der nach Art eines Infusums einzureihen. Der von Katz verwendete Kaffeetrichter gewöhnlicher Art wirkte offenbar noch weniger erschöpfend als der in den Versuchen Tabelle V (III. Versuchsreihe) gebrauchte Trichter.

Wenn man bedenkt, wie kurz bei einem einmaligen Übergießen des Kaffees auf dem Trichter das Kaffeepulver mit dem kochenden Wasser in Berührung bleibt, so ist es bemerkenswert, wie schnell die Hauptmenge des Koffeins dem Kaffee entzogen wird. Sehr wesentlich wird jedenfalls hierbei der Grad der Feinheit des Kaffeepulvers sein.

In den mit [2]) versehenen Versuchen von Tabelle IV ist eine Fällung des Aufgusses mit Bleisalz in alkalischer Lösung vorgenommen worden. Die hierbei eintretenden Verluste ergeben sich deutlich beim Vergleich der erhaltenen Versuchsergebnisse des ersten und dritten Versuchs.

Der Vorteil der Extraktion mit Tetrachlorkohlenstoff zeigt sich in der sehr guten Übereinstimmung der Spalte 6 und 7 in Tabelle V. Bei den Versuchen, die mit dem Arndtschen Trichter und mit dem Kaffeetrichter gewöhnlicher Art angestellt wurden (Tabelle V), sind infolge der eingetretenen Emulsion beim Perforieren viel zu niedrige Zahlen für den Koffeingehalt des Aufgusses gefunden worden, weshalb die Berechnung der betreffenden Werte in Spalte 6 unterlassen und nur der Gehalt in 150 g Aufguß aus den Werten in den Spalten 5 und 6 mit Hilfe der gefundenen Zahlen für den Koffeingehalt des Rückstandes berechnet werden konnte. Zum Vergleich wurde nach dem Bereitungsverfahren mit Hilfe des Arndtschen Trichters ein weiterer Versuch angestellt, bei dem die Emulsionsbildung vermieden werden

konnte. Es ist dies der letzte unter C in Tabelle V angeführte. Man ersieht aus dem Vergleich der beiden Versuchsergebnisse (erster und letzter Versuch in Tabelle V), daß die Wirkungsweise einer Bereitungsart innerhalb gewisser, wenn auch geringer Grenzen schwanken kann.

Was die Emulsionsbildung anlangt, so kann kein in allen Fällen verläßliches Mittel zu ihrer Vermeidung angegeben werden. Jedenfalls würde sie durch Zusatz von Stoffen zu der Kaffeelösung zu erreichen sein, welche die Oberflächenspannung dieser gegenüber dem Extraktionsmittel vergrößern.

Schlußsätze.

1. Die von J. Katz beschriebene Methode zur quantitativen Bestimmung von Koffein in gebranntem Kaffee ist in vielen Fällen geprüft und als brauchbar erwiesen worden, besonders dann, wenn man mit reinem Tetrachlorkohlenstoff an Stelle von Chloroform die Extraktion der wässerigen Koffeinlösungen im Perforator vornimmt. Eine Vereinfachung der Methode zwecks Zeitersparnis ist ohne die Genauigkeit der Ergebnisse zu gefährden bisher nicht möglich gewesen.

2. Mit dieser Methode konnte die eigentliche Aufgabe vorstehender Untersuchung, die Bestimmung des Koffeingehaltes einer Tasse Kaffee, gelöst und hierdurch das bereits von J. Katz gewonnene Ergebnis bestätigt und erweitert werden.

3. Aus den angestellten Versuchen hat sich ergeben, daß eine Tasse Kaffee von 150 g, hergestellt aus einem Aufguß von 300 g Wasser auf 15 g möglichst fein gemahlenen Kaffees von mittlerem Koffeingehalt[1]), je nach der Bereitungsweise 0,06—0,1 g Koffein enthält.

4. Berücksichtigt man, daß einerseits der Koffeingehalt der Kaffeebohne nach neuesten Erfahrungen[2]) innerhalb ziemlich weiter Grenzen schwankt und in geröstetem Kaffee bis über 4 % steigen kann, daß anderseits die zu einer bestimmten Menge Aufguß erforderliche Kaffeemenge aus geschmacklichen und ökonomischen Rücksichten sehr verschieden gewählt wird[3]), so würde man das Ergebnis der Untersuchung dahin zusammenzufassen haben, daß die in einer Tasse Kaffee mittlerer Größe enthaltene Koffeinmenge schwerlich 0,5 g, also die nach dem deutschen Arzneibuch zulässige maximale Einzelgabe, überschreiten, gewöhnlich aber innerhalb der oben angegebenen experimentell ermittelten Grenzen liegen wird.

---

[1]) s. Vereinbarungen zur einheitl. Untersuchung v. Nahrungs- u. Genußmitteln, H. III, (1902), S. 26.

[2]) Balland, Zentralblatt I, 470 (05); J. Pharm. Chem. [6], 20, 543, (1904); J. Duchazeck, Zeitschrift f. Unters. v. Nahrungs- u. Genußmitteln, 8, 139—146.

[3]) s. König, Die menschl. Nahrungs- u. Genußmittel, III. Aufl. 1893, S. 1043. Ferner Kaffeedenkschrift, S. 119.

Untersuchung über die Beschaffenheit des zur Versorgung der Haupt- und Residenzstadt Dessau benutzten Wassers, insbesondere über dessen Bleilösungsfähigkeit.

Von

Geheimem Regierungsrat Professor
Dr. Th. Paul,
früherem Direktor im Kaiserlichen Gesundheitsamte,

Geheimem Regierungsrat
Dr. W. Ohlmüller,
früherem Mitglied des Kaiserlichen Gesundheitsamtes,

Dr. R. Heise,
Technischem Hilfsarbeiter

und

Dr. Fr. Auerbach,
Hilfsarbeiter

im Kaiserlichen Gesundheitsamte.

Einleitung.

Im Jahre 1876[1]) schritt die Stadt Dessau zu der Errichtung einer zentralen Wasserversorgung. Am linken Muldeufer wurde in einem Abstand von annähernd 1600 m vom Flusse ein Brunnen von 5,5 m Durchmesser bis zu einer Tiefe von 7,4 m niedergebracht. Die Wände desselben waren wasserdicht ausgeführt, durch den offenen Boden drang das Wasser aus den dort lagernden Kiesschichten in den Brunnen ein. Eine neben dem Brunnen errichtete Pumpstation hob das Wasser und

---

[1]) Vergl. Grahn, die städtische Wasserversorgung im Deutschen Reich und einigen Nachbarländern. Bd. II, S. 734.

förderte es nach einem Hochreservoir, von welchem es dem Verteilungsnetze der Stadt zufloß.

Diese erste Wasserversorgungsanlage der Stadt konnte schon im folgenden Jahre 1877 in Betrieb genommen werden. Aber schon kurze Zeit nach der Eröffnung machte sich ein Eisengehalt des Wassers unangenehm fühlbar, der umsomehr störend wirkte, als er den Anlaß zur Wucherung von Pilzfäden gab. Hierdurch wurde die Brauchbarkeit des Wassers immer mehr und mehr beeinträchtigt, und Anfang der achtziger Jahre hatte das Übel einen Höhepunkt erreicht, so daß man sich genötigt sah, von der Verwendung des Brunnenwassers überhaupt abzusehen.

Zunächst stand der Plan zur Erwägung, das Wasser der Mulde durch eine zentrale Sandfiltration zu reinigen, um hiermit die Stadt zu versorgen. Hiervon wurde jedoch Abstand genommen, nachdem es gelungen war, in dem als „Kiebitzheger" bezeichneten Gelände auf dem rechten Muldeufer ein nahezu eisenfreies Wasser zu finden. Im Jahre 1884 wurde mit der Erbauung der zweiten Wasserversorgungsanlage begonnen.

Die Wassergewinnung geschah in der Weise, daß man 1884 längs des Flußufers eine Sammelleitung aus gelochten Tonröhren von 400 mm Durchmesser und etwa 400 m Länge herstellte, welche das Wasser nach einem 4,5 m tiefen, flußabwärts gelegenen Quellschacht führte. Der Zufluß von Wasser aus dieser Sammelleitung erwies sich schon im folgenden Jahre als unzureichend. Es wurden nun 1885 eine zweite Sammelleitung stromabwärts vom Quellschacht und 1887 eine dritte, welche parallel mit der ersten mehr landeinwärts verläuft, angelegt. Bald zeigte sich, daß der dort im Alluvium gefaßte Grundwasserstrom im wesentlichen von der Mulde versorgt wird; der Wasserspiegel im Quellschacht sank und stieg mit dem Pegelstande des Flusses. Die Menge des Grundwassers wurde später noch dadurch nachteilig beeinflußt, daß die Mulde an dem Ufer bei dem „Kiebitzheger" Land anschwemmte. In den Jahren 1887 bis 1892 entstand daselbst der „Weidenheger". Hierdurch wurde der Zutritt von Flußwasser zum Grundwasser auf dem Wege der natürlichen Filtration so erschwert, daß die Leistungsfähigkeit der Wasserentnahmeanlage auf dem Kiebitzheger wesentlich nachließ. Es wurde versucht, eine Besserung herbeizuführen, indem der Weidenheger 1892 mit einem offenen Kanal durchstochen wurde, um das Flußwasser näher an den Kiebitzheger heranzubringen. Weiterhin wurde im gleichen Jahre ein gemauerter Sickerkanal in 4 m Tiefe unter Bodenoberfläche hergestellt, welcher 0,6 m breit und 1,05 m hoch bei einer Länge von 120 m in einem Abstand von 40—80 m vom früheren Flußufer verläuft. Dieser mündet in den 1884 angelegten Sammelstrang.

Diese Vorkehrungen hatten zwar eine Erhöhung der Ergiebigkeit des erschlossenen Grundwasserstromes zur Folge, indes war bei der Zunahme der Bevölkerung der Stadt die Wassermenge nicht mehr ausreichend. Man ging daher dazu über, den Grundwasserstrom auf dem linken Muldeufer zu erschließen. Im Jahre 1894 wurden auf dem Exerzierplatz (auch Rotkehlchenheger genannt) zehn Rohrbrunnen von 300 mm lichter Weite bis zu einer durchschnittlichen Tiefe von 13 m niedergebracht; dazu kamen 1899 noch weitere zehn Brunnen gleicher Art. Das Wasser, welches

hier in größerer Tiefe als auf dem Kiebitzheger entnommen wird, unterscheidet sich von dem dortigen durch einen höheren Eisengehalt. Dieser stieg in den 4 Brunnen am nordwestlichen Ende der Brunnenreihe so hoch (10,48 bis 14,79 mg Eisen in einem Liter Wasser), daß diese außer Benutzung gestellt wurden; in dem Wasser der übrigen Brunnen bewegt sich der Eisengehalt zwischen 3,21 und 8,36 mg in einem Liter. Das Wasser muß enteisent werden. Die Brunnen sind untereinander durch eine Heberleitung verbunden, welche das Wasser nach einem Sammelbrunnen führt.

I. Der Betrieb des jetzigen Wasserwerkes.

Das vom Exerzierplatz entnommene Grundwasser fließt, wie erwähnt, mittels einer Heberleitung nach einem Sammelbrunnen, welcher sich in der Nähe des Pumpwerkes befindet. Von hier wird das Wasser zunächst nach einer Enteisenungsanlage gehoben. Daselbst fällt es in dem Lüftungshaus durch eine Regenvorrichtung in ein darunter befindliches Bassin, wobei durch den Zutritt von Sauerstoff der atmosphärischen Luft die Ausscheidung des Eisens als Hydroxyd eingeleitet wird. Zur Entfernung des ausgefallenen Eisens sind drei Filter vorgesehen, nach deren Durchfluß das Wasser nach einem Reinwasserbassin geleitet wird. Je ein Filter erreicht durchschnittlich eine 13tägige Betriebszeit und wird hiernach durch Umharken und Gegenspülung mit enteisentem Wasser aus dem erwähnten Reinwasserbassin gereinigt. Das Spülwasser fließt nach einem tiefer gelegenen Spülbehälter und wird von hier mittels einer Rohrleitung nach der Mulde abgelassen. Das enteisente Wasser fließt nach dem Pumpwerk zurück, wo es mit Natronlauge[1]) versetzt wird, um die bleilösende Eigenschaft des Wassers zu vermindern, worauf es dann nach den beiden bei und in der Stadt gelegenen Wassertürmen gedrückt wird.

Das Wasser vom Kiebitzheger dagegen kann auf verschiedenen Wegen durch das Wasserwerk geleitet werden. Mittels eines Dückers unter der Mulde fließt es in einen Sammelbrunnen dicht bei dem Pumpwerk. Entweder wird es direkt nach den beiden Wassertürmen gedrückt, oder es vereinigt sich vorher mit dem von der Enteisenungsanlage abfließenden Exerzierplatzwasser. Auch bei dem Wasser vom Kiebitzheger findet ein Zusatz von Natronlauge zur Verminderung der Bleilösungsfähigkeit statt. Dieses Wasser wird sonach nicht enteisent, obwohl sein Eisengehalt nicht so unwesentlich ist, daß das Ausfallen des Metalls als Hydroxyd zu Trübungen Veranlassung geben kann; am 16. Juni 1903 und 26. Mai 1904 wurden beispielsweise 1,6 und 1,4 mg Eisen in einem Liter gefunden. Proskauer[2]) gibt an, daß verschiedene Proben von Tiefbrunnenwässern von Berlin und Umgebung, welche bis zum Eintritt der vollständigen Klärung an der Luft gestanden hatten, 0,16 bis 0,27 mg Eisen (Fe) in einem Liter enthielten. Es besteht demnach die Möglichkeit, daß aus dem nicht enteisenten Kiebitzhegerwasser bei längerer Berührung mit Luft auch noch nach der Mischung mit der mehrfachen Menge eisenfreien Wassers Ferriverbindungen ausfallen können.

---

[1]) Vgl. Fußnote 1 auf S. 340.

[2]) Beiträge zur Kenntnis der Beschaffenheit von stark eisenhaltigen Tiefbrunnenwässern und die Entfernung des Eisens aus denselben. Zeitschrift für Hygiene 9, 156.

Aber auch schon in dem enteisenten Exerzierplatzwasser, welches nach den von Sachverständigen des Kaiserlichen Gesundheitsamtes am 16. Juni 1903 und am 21. Juli 1904 vorgenommenen Untersuchungen je 0,4 mg Eisen (Fe) enthielt, können unter Zugrundelegung der von Proskauer ermittelten Zahlen noch Abscheidungen von Eisenverbindungen stattfinden. In der Tat wurde bei der Probeentnahme aus dem nur enteisentes Exerzierplatzwasser enthaltenden Reinwasserbassin am letztgenannten Tage eine in dickeren Schichten deutlich wahrnehmbare Opaleszenz beobachtet. Tatsächlich ist darüber Klage geführt worden, daß das aus den Zapfhähnen abfließende Wasser ab und zu opalisierend sei, eine Erscheinung, welche auf eine derartige Ausscheidung von Eisenverbindungen zurückgeführt werden kann. Wegen einer weiteren Möglichkeit für das Auftreten der Opaleszenz durch Maschinenöl siehe Seite 337. Die Abscheidung von Eisenverbindungen wird in umso höherem Maße auftreten, je mehr von dem eisenreicheren Kiebitzhegerwasser beigemischt wird.

Aus diesen Vorgängen erhellt, daß das Dessauer Leitungswasser nicht genügend enteisent ist.

Die Enteisenungsanlage ist in bezug auf Einrichtung und Betrieb nicht zu beanstanden; ob sie groß genug ist, muß technischem Ermessen überlassen bleiben. Daß sie zu Zeiten in ihrer Leistungsfähigkeit überanstrengt wird, darf wohl angenommen werden, da eine Erweiterung und Änderung ihres Betriebes seitens des Magistrates in die Wege geleitet worden ist. Unregelmäßigkeiten in ihrer Leistungsfähigkeit treten leicht ein, wenn die Menge des zu liefernden Wassers großen Schwankungen unterworfen ist.

Die Kosten der Wasserlieferung werden in der Stadt Dessau entsprechend der Höhe der Grundstücksteuer bemessen. Mit der Einführung von Wassermessern bei der Abgabe des Wassers ist erst seit einigen Jahren begonnen worden; in dem Verwaltungsjahr 1901/02 waren 256[1]), in den Jahren 1902/03 300[2]) und 1903/04[3]) 413 Wassermesser im Stadtgebiet in Gebrauch. Sonach benutzt nur ein geringer Teil der Einwohner diese Einrichtung, die Mehrzahl kann eine beliebige Wassermenge aus dem Leitungsnetz entnehmen, ohne für die Kosten besonders eintreten zu müssen. Dies führt hin und wieder zur Vergeudung des Wassers und die hierdurch bedingten Schwankungen in der Wasserlieferung wirken störend auf den geordneten Betrieb der Enteisenungsanlage. Welchen Einfluß die Einführung von Wassermessern auf den Verbrauch an Wasser hat, ist aus Erhebungen zu ersehen, die in dieser Hinsicht in 100 Städten der Vereinigten Staaten von Nord-Amerika angestellt worden sind[4]). In den nordamerikanischen Städten ist der Verbrauch an Wasser für den Tag und Kopf im allgemeinen bedeutend höher als bei uns. Nach der Zahl der in Gebrauch befindlichen Wassermesser sind in nachstehender Aufstellung die 100 Städte in Klassen eingeteilt.

---

[1]) Bericht über die Verwaltung und den Stand der Gemeindeangelegenheiten der Haupt- und Residenzstadt Dessau für das Geschäftsjahr 1901/02 (1. Juli 1901 bis 30. Juni 1902) S. 35.

[2]) Ebenda 1902/03 S. 25.

[3]) Ebenda 1903/04 S. 25.

[4]) Mitgeteilt im Technischen Gemeindeblatt, Zeitschrift für die technischen und hygienischen Aufgaben der Verwaltung, Jahrg. VI, S. 56.

In 41 Städten waren weniger als 10% der Entnahmestellen mit Wassermessern versehen; der mittlere Wasserverbrauch betrug 613 Liter für den Tag und Kopf.
In 20 Städten waren 10—30% der Entnahmestellen mit Wassermessern versehen; der mittlere Wasserverbrauch betrug 480 Liter für den Tag und Kopf.
In 18 Städten waren 30—50% der Entnahmestellen mit Wassermessern versehen; der mittlere Wasserverbrauch betrug 363 Liter für den Tag und Kopf.
In 9 Städten waren 50—75% der Entnahmestellen mit Wassermessern versehen; der mittlere Wasserverbrauch betrug 284 Liter für den Tag und Kopf.
In 12 Städten waren 75—100% der Entnahmestellen mit Wassermessern versehen; der mittlere Wasserverbrauch betrug 220 Liter für den Tag und Kopf.

Noch drastischer ist folgendes Beispiel. In Alleghany, im Staate Pensylvanien, wo nur sehr wenig Wassermesser in Gebrauch sind, beläuft sich der mittlere Wasserverbrauch für den Tag und Kopf auf 1135,5 Liter, in Brockton, im Staate Massachusetts dagegen, wo 83% der Entnahmestellen solche haben, nur auf 113,5 Liter.

Diese Zahlen beweisen, in welcher Weise durch Wassermesser der zeitweiligen Vergeudung von Wasser vorgebeugt wird; ihre Einführung ist nicht nur vom ökonomischen Standpunkte aus vorteilhaft, sondern sie ist auch geeignet, einen gleichmäßigen Betrieb der Wasserversorgungsanlage zu gewährleisten.

Eine Unzuträglichkeit im Betriebe des Dessauer Wasserwerkes soll hier noch erwähnt werden, welche geeignet ist, die Beschaffenheit des Leitungswassers nachteilig zu beeinflussen.

Bei den Besichtigungen des Lüftungshauses der Enteisenungsanlage war stets aufgefallen, daß oberhalb des Regenfallsiebes das Wasser zarte Ölschleier zeigte und in den Ecken sich größere und kleinere Inseln eines gelblich grauen, fettigen Schlammes ansammelten, die sich bei Berührung zu einem eigentümlichen, fadenförmigen Gerinnsel auflösten, welches nicht wieder zusammenfloß. Dieser Schlamm setzt die Löcher des Siebes zu, so daß dieses täglich ein- oder mehrmals mittels eines Besens gereinigt werden muß.

Da vermutet wurde, daß diese öligen Abscheidungen auf den Eintritt von Schmieröl aus den Pumpwerken in das Wasser zurückzuführen seien, so wurden etwa 50 l des dort zur Verwendung kommenden Schmieröls mit einem Farbstoff (Alkannin) versetzt, der gesundheitlich unschädlich, in Wasser schwer, in Öl aber leicht löslich ist. Das hiermit angefärbte Öl wurde zum Schmieren der Vorpumpen derjenigen Maschine, welche das Grundwasser vom Exerzierplatz fördert, während eines Monats benutzt. In der Zeit vom 8. August bis 10. September 1904 wurden die Gerinnsel auf dem Sieb der Lüftungseinrichtung der Enteisenungsanlage gesammelt. Zum Nachweis des Farbstoffes wurden die Gerinnsel zunächst mit Äther ausgezogen, wobei nach dem Verdampfen des Äthers ein Öl verblieb, welches deutlich eine Rotfärbung erkennen ließ. Aus diesem Öl, dessen Menge etwa 100 g betrug, konnte das Alkannin ausgezogen werden, so daß einerseits ein Öl von der Farbe und Beschaffenheit des Maschinenschmieröls zurückblieb, anderseits eine ätherische Lösung des Farbstoffes erhalten wurde, in welcher die Eigenschaften des Alkannins, insbesondere sein Absorptionsspektrum, unzweifelhaft erkennbar waren.

Damit ist der Nachweis geführt, daß die Gerinnsel vom Schmieröl der Vorpumpen herrühren; es sind daher Vorkehrungen zu treffen, um den Zutritt von Öl zu dem Wasser zu verhindern. Denn vielleicht ist die am Wasser gelegentlich beobachtete Opaleszenz zum Teil auf den Zutritt des Schmieröls zurückzuführen.

II. Die Beschaffenheit der zur Versorgung der Stadt Dessau benutzten Wässer.

Zur Ermittelung der chemischen Zusammensetzung der in Frage kommenden Wässer wurden am 16. Juni 1903 und 26. Mai 1904 aus dem Quellschacht der Kiebitzheger Entnahmeanlage und dem Sammelbrunnen des Grundwassers vom Exerzierplatz, sowie am 16. Juni 1903 und 21. Juli 1904 aus dem Reinwasserbassin der Enteisenungsanlage und aus zwei Zapfstellen des Leitungsnetzes Proben entnommen.

Die Ergebnisse sind in der nachstehenden Tabelle zusammengestellt.

Tabelle 1. Chemische Zusammensetzung der zur Versorgung der Stadt Dessau benutzten Wässer.

Entnahmestelle	Kiebitzheger Quellschacht		Sammelbrunnen der Heberleitung v. Exerzierplatz		Reinwasserbassin (vor Zusatz der Natronlauge)		Leitungsnetz (nach Zusatz der Natronlauge)	
							in Heyers Laboratorium	im Rathaus
Tag der Entnahme	16. Juni 1903	26. Mai 1904	16. Juni 1903	26. Mai 1904	16. Juni 1903	21. Juli 1904	16. Juni 1903	21. Juli 1904
	1 Liter Wasser enthält in Milligrammen:							
Kationen								
Kalium-Ion ($K^{\cdot}$) . .	6,2	6,0	4,1	5,0	4,5	4,2	5,1	4,9
Natrium-Ion ($Na^{\cdot}$) . .	11,0	10,9	11,0	10,7	9,9	10,4	19,7	20,3
Calcium-Ion ($Ca^{\cdot\cdot}$) .	20,1	19,4	17,4	17,3	18,4	17,7	18,9	17,4
Magnesium-Ion ($Mg^{\cdot\cdot}$)	7,4	7,7	5,1	4,8	4,9	5,2	—	4,8
Ferro-Ion ($Fe^{\cdot\cdot}$) . .	1,6	1,4	6,7	5,5	0,4	0,4	0,9	1,8
Anionen								
Chlor-Ion (Cl') . . .	18,9	20,5	20,6	23,3	20,0	22,1	20,0	21,9
Sulfat-Ion (SO_4'') . .	31,4	31,7	35,1	36,6	35,3	36,8	33,9	36,7
Hydrokarbonat-Ion (HCO_3') . .	47,7	38,0	28,8	28,0	28,3	26,8	56,4	55,7
Kieselsäure (H_2SiO_3) . .	13,5	13,5	14,0	14,1	10,1	14,7	10,4	14,7
Freies Kohlendioxyd (CO_2)	14,9	19,0	35,6	38,9	25,4	27,9	1,4	7,7
Sauerstoff	1,1	1,7	0	0	7,9	7,4	8,2	6,7
Härte in deutschen Graden	4,5	4,5	3,6	3,5	3,7	3,7	—	3,6
Oxydierbarkeit (O-Verbrauch in mg) . . .	2,0	2,1	1,6	1,6	0,6	—	1,1	—
Rückstand b. 110° . . .	143,3	138,7	130,3	154,0	133,0	133,0	145,7	156,0

Die nur in geringen Mengen oder Spuren vorhandenen Bestandteile, wie Ammonium-, Mangan-, Aluminium-, Nitrat-, Nitrit-, Hydrophosphat-Ion, sind hier nicht mit aufgeführt worden.

Betrachtet man zunächst jedes der Grundwässer in seiner natürlichen Beschaffenheit an den beiden Untersuchungstagen, so ergeben sich unbedeutende Unterschiede in den Mengen der ermittelten Bestandteile. Sonach schien zeitlich in der Zusammensetzung der Grundwässer keine wesentliche Änderung einzutreten.

Dagegen läßt ein Vergleich der beiden Grundwässer untereinander deutlich Verschiedenheiten erkennen. Das Grundwasser vom Exerzierplatz ist reicher an Eisen als das vom Kiebitzheger; es wurden hier 6,7 bezw. 5,5 gegen 1,6 bezw. 1,4 mg in einem Liter Wasser ermittelt; ähnlich verhält sich die freie Kohlensäure, von welcher in ersterem Wasser 35,6 bezw. 38,9, in letzterem 14,9 bezw. 19,0 mg in einem Liter enthalten waren. Anderseits war der Gehalt an Hydrokarbonaten bei dem Exerzierplatzwasser niedriger (28,8 bezw. 28,0 mg) als bei dem Kiebitzheger Wasser (47,7 bezw. 38,0 mg), und während ersteres Wasser keine nachweisbaren Mengen von freiem Sauerstoff enthielt, fanden sich in letzterem 1,1 bezw. 1,7 mg.

Durch die Wirkung der Enteisenungsanlage erfährt das Exerzierplatzwasser insofern Veränderungen, als sein Eisengehalt (auf 0,4 mg) herabsinkt und die freie Kohlensäure (von 35,6 auf 25,4 mg) vermindert wird; anderseits nimmt es hierbei (7,9 mg) Sauerstoff auf.

Bevor das Wasser dem Leitungsnetz übergeben wird, erhält es noch einen Zusatz von Natronlauge. Daher sind die an den Zapfstellen in der Stadt entnommenen Proben reicher an Natrium als die aus dem Reinwasserbassin geschöpften; das Natrium steigt von 9,9 auf 19,7 bezw. 10,4 auf 20,3 mg. Durch die Beigabe von Natronlauge findet eine Bindung von freier Kohlensäure statt, welche deshalb von 25,4 auf 1,4 bezw. von 27,9 auf 7,7 mg herabgeht; dementsprechend muß umgekehrt eine Vermehrung der Hydrokarbonate eintreten; der Gehalt an Hydrokarbonat-Ion stieg von 28,3 auf 56,4 bezw. von 26,3 auf 55,7 mg an.

Aus der chemischen Analyse des Wassers läßt sich, sofern der Eisengehalt in hinreichendem Maße entfernt wird, ohne weiteres nicht erkennen, ob es vom hygienischen Standpunkt aus zu beanstanden ist. Indes stellte sich schon im ersten Jahr, in welchem die Stadt ausschließlich mit Grundwasser vom Kiebitzheger versorgt wurde, heraus, daß dieses Wasser die Eigenschaft besitzt, Blei aus den bleiernen Anschlußrohren der Hausleitungen zu lösen. Im Jahre 1886 erkrankten in Dessau 92 Personen an Bleivergiftung, welche durch den Genuß des Wassers verursacht war. Das Kaiserliche Gesundheitsamt wurde zu einer gutachtlichen Äußerung aufgefordert[1]). An den Versuchen zur Verhinderung der Bleilösungsfähigkeit des Wassers hat Herr Professor Dr. Heyer regen Anteil genommen. Seine Beobachtung, daß das Muldewasser, welches sehr arm an freier Kohlensäure ist, kein Blei löste, führte ihn zu dem erfolgreichen Vorgehen, die freie Kohlensäure im Leitungswasser zu binden. Dies geschah anfangs durch zweckentsprechende Anwendung von Kalksteinen oder Kalkspatpulver, später durch Zugabe einer Sodalösung zu dem Wasser; vorübergehend wurde auch Ätzkalk, gebrannte Magnesia, Natronlauge und Magnesit zu gleichem Zwecke benutzt. Neuerdings hat Heyer vorgeschlagen, Natronlauge dem Wasser zuzusetzen, und hat einen Apparat ersonnen, mit dessen Hilfe beliebige Mengen verdünnter Lauge dem Wasser dauernd zugeführt werden können[2]). Der Zusatz von

[1]) Vergl. Wasserversorgung und Bleivergiftung. Gutachten über die zu Dessau im Jahre 1886 vorgekommenen Vergiftungsfälle. Berichterstatter: Regierungsrat Dr. Gustav Wolffhügel. Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte, Bd. II, S. 484.

[2]) Auf die technischen Einzelheiten dieser Vorrichtung soll hier nicht eingegangen werden.

Natronlauge richtet sich nach dem Gehalt des Wassers an freier Kohlensäure und wird so bemessen, daß die Säure nicht vollständig gebunden wird. Für den praktischen Erfolg ist es ziemlich gleich, ob man Soda (kohlensaures Natrium) oder Natronlauge (Natriumhydroxyd) zur Bindung der freien Kohlensäure benutzt. Man ist von Soda zu Natronlauge nur deshalb übergegangen, weil sich hierbei das Verfahren billiger stellte[1]). Auch von anderer Seite ist die Benutzung von Natronlauge (Ätznatron) neben Soda, Ätzkalk und Kreide vorgeschlagen worden; vergl. H. Wehner, die Sauerkeit der Gebrauchswässer als Ursache der Rostlust, Bleilösung und Mörtelzerstörung und die Vakuumrieselung (Frankfurt a/M. 1904) S. 47.

Die Bleilösung des Wassers im Jahre 1886, welche das Auftreten einer verhältnismäßig großen Anzahl von Vergiftungsfällen unter den Einwohnern Dessaus im Gefolge hatte, war nicht allein durch die Beschaffenheit des Kiebitzheger Wassers bedingt, sondern wurde durch den Umstand noch vermehrt, daß bei der unzureichenden Wasserlieferung die bleiernen Anschlußleitungen oft leer liefen. Die nasse Innenwandung der Rohre kam hierdurch mit Luft in Berührung, wobei der Bleiangriff erhöht wurde.

Durch fortlaufende Untersuchungen von Heyer ist festgestellt, daß nicht allein dem Kiebitzheger Grundwasser, sondern auch dem enteisenten vom Exerzierplatz in der Mischung mit dem ersteren eine bleilösende Eigenschaft zukommt. Diese besteht sogar noch in geringem Grade nach dem Zusatz von Natronlauge. Bemerkenswert ist dabei, daß bei einzelnen Hausanschlüssen die Menge des vom Wasser aufgenommenen Bleies verschieden groß ist. Beispielsweise bestimmte Heyer im April 1904 folgende Bleimengen in dem an Zapfstellen der nachstehend bezeichneten Häuser entnommenen Wasser:

In dem Hause	mg Blei in einem Liter Wasser
Bauhofstraße 22 (Rohrmeister Buch)	0,20
Rennstraße 11 (Kupferschmiedemeister Drestler)	0,10
Akensche Straße (Stadtgärtner Kirchner)	0,50
Breite Straße 41/42 (Hofsteinsetzmeister Heine)	0,00
Heidestraße (Rohrmeister Friede)	0,20
Heidestraße 9 (Baukommissar Drestler)	0,10
Amalienstraße 130 (Baukommissar Drestler)	0,50
Heinrichstraße (Bauassistent Straßburger)	0,40
Antoinettenstraße (Stadtbaumeister Engel)	0,10
Zerbster Straße 47 (Kaufmann Richter)	0,20

[1]) Bei diesen Erörterungen war es allerdings nicht zu umgehen, den Stoff, welcher auf Vorschlag Heyers jetzt dem Wasser zugesetzt wird, zu nennen. Der Magistrat hat dem Professor Dr. Heyer die schriftliche Erklärung abgegeben, daß das Verfahren geistiges Eigentum des Herrn Professor Dr. Heyer ist, und sich verpflichtet, dessen Eigentumsrechte tunlichst zu wahren. Im übrigen ist die Verminderung der Bleilösungsfähigkeit des Wassers durch Bindung der freien Kohlensäure von Heyer selbst veröffentlicht worden. In seiner im Jahre 1888 erschienenen Schrift „Ursache und Beseitigung des Bleiangriffs durch Leitungswasser" bemerkt er S. 2, „daß durch die Bindung der freien Kohlensäure dem Wasser auch die Fähigkeit, Blei zu lösen genommen wurde" (vergl. auch Bericht über die Verwaltung und den Stand der Gemeindeangelegenheiten der Residenzstadt Dessau für das Geschäftsjahr 1886/87. Dessau 1888.)

Die Unterschiede in der Angreifbarkeit der Bleirohre sind wahrscheinlich auf die Lotstellen, die bei dem einen oder anderen Rohr infolge von Ausbesserungen zahlreicher sind, und die Verbindungen mit den aus Messing hergestellten Zapfhähnen zurückzuführen, wodurch auf elektrolytischem Wege eine größere Bleilösung herbeigeführt werden kann. Denn das zur Anfertigung der Bleirohre benutzte Metall ist in seiner Zusammensetzung nur ganz unbedeutenden Schwankungen durch die Gegenwart von Spuren anderer Metalle unterworfen.

Die Vorschrift des Magistrates, Wasser, das längere Zeit im Rohr gestanden hat, erst ablaufen zu lassen, und nur das nachfolgende in Gebrauch zu nehmen, ist immer noch angezeigt. Bei einem Versuch, welchen die Sachverständigen des Kaiserlichen Gesundheitsamtes am 16. Juni 1903 ausführten, hat sich herausgestellt, daß das Wasser bei längerem Verweilen in den Rohren trotz seiner Vorbehandlung mit Natronlauge noch ansehnliche Bleimengen löst. In den nachbenannten Häusern wurden die sämtlichen Zapfstellen so lange offen gehalten, bis man annehmen konnte, daß das ganze Rohrnetz des betreffenden Hauses mit frisch nachgetretenem Wasser gefüllt war. Hierauf wurde die Hausleitung zehn bis zwölf Stunden geschlossen gehalten und hiernach aus dem obersten Zapfhahn in jedem Hause fünf bis sieben Liter Wasser zur Bleibestimmung entnommen.

Die Untersuchung ergab in

der Antoinettenschule	aus	5	l Wasser	2	mg[1])	Blei,	d.	h.	0,40	mg	in einem	Liter
dem Gymnasium	„	7	„	6,8	„	„	„	„	0,97	„	„	„
in dem Neubau von Hermann in der Sedanstraße	„	5	„	11,2	„	„	„	„	2,24	„	„	„
in dem Neubau von Kahle in der Turmstraße	„	5	„	8,7	„	„	„	„	1,74	„	„	„

Diese Versuche zeigen, daß die neuen Bleirohre in den beiden Neubauten stärker angegriffen wurden. Daß in den, längere Zeit liegenden Rohren der Antoinettenschule und des Gymnasiums weniger Blei gelöst wurde, führt zu dem Gedanken, daß die Innenwandung der Bleirohre sich allmählich mit einer schützenden Schicht überzieht. Diese kommt jedoch nicht in dem Maße zustande, daß der Bleiangriff vollkommen aufhört, wie die Untersuchungen Heyers an den Zapfstellen verschiedener Häuser gezeigt haben.

Es ist jedoch anzuerkennen, daß die Vorschläge Heyers zur Verminderung der Bleilösungsfähigkeit des Leitungswassers durch Bindung der freien Kohlensäure unzweifelhaft von Erfolg waren. Dieser Maßnahme sowie der Vorschrift des Magistrates, länger im Rohre stehendes Wasser nicht in Benutzung zu nehmen, ist es zuzuschreiben, daß seit dem Jahre 1886 keine Vergiftungsfälle mehr bekannt geworden

[1]) Diese Bleibestimmungen wurden nach der weiter unten beschriebenen Methode von Kühn ausgeführt.

sind. Mit diesem Erfolge könnte man sich vom gesundheitlichen Standpunkte aus begnügen, zumal es zur Zeit nicht möglich ist, eine untere Schädlichkeitsgrenze für den Bleigehalt des Trinkwassers festzusetzen. Es ist aber die Möglichkeit in Betracht gezogen worden, daß der Zusatz von Natronlauge zum Leitungswasser gesundheitsschädigende Folgen haben könnte. Diese Frage konnte in umfassender Weise erst beantwortet werden, nachdem die Vorfrage gelöst war, welche Veränderungen das Wasser durch den Zusatz der Natronlauge erfährt. Da für den vorliegenden Fall die wichtigste Veränderung des Wassers vom hygienischen Standpunkte aus die seiner Bleilösungsfähigkeit ist, so war auch eine eingehende Untersuchung der Dessauer Wässer in bezug hierauf geboten.

III. Ursachen und Beseitigung der bleilösenden Eigenschaft der zur Versorgung der Stadt Dessau benutzten Wässer.

a) Allgemeines.

Über die Ursachen der bleilösenden Eigenschaft des Grundwassers vom Kiebitzheger und deren Beseitigung hat Wolffhügel, wie schon erwähnt, bereits im Jahre 1887 ein ausführliches Gutachten erstattet. Wolffhügel stellte die schon damals umfangreiche Literatur über diesen Gegenstand zusammen, wobei er den Mangel an Übereinstimmung in den Resultaten und Ansichten der einzelnen Forscher hervorhob (a. a. O. S. 510). Er kam bezüglich des Kiebitzheger Wassers zu dem allgemein gehaltenen Schlusse, daß die Ursache für dessen Bleilösungsfähigkeit neben der auffallend reinen und salzarmen Beschaffenheit des Leitungswassers auch in der Mitwirkung anderer Bedingungen und namentlich darin zu suchen sei, daß infolge einer unzureichenden Wassermenge die Bleirohre abwechselnd mit Wasser und atmosphärischer Luft in Berührung kommen.

Heyer (a. a. O. S. 2) war bei Fortsetzung seiner zum Teil in Wolffhügels Gutachten aufgeführten Versuche im Jahre 1887 zu der Ansicht gekommen, daß Luftgehalt die Bleilösungsfähigkeit des Kiebitzheger Wassers zwar vergrößere, daß aber die eigentliche Ursache der Gehalt an freier Kohlensäure sei. Der geringe Salzgehalt habe mit der Bleilösung nichts zu tun, denn das Wasser der Mulde, welches bei fast gleichem Gehalt an Salzen keine freie Kohlensäure enthält, löse Blei nur spurenweise.

Seitdem ist die Literatur über die Angreifbarkeit des Bleies durch Trinkwasser beträchtlich angewachsen, ohne daß ein wesentlicher Fortschritt in der Klärung dieser Frage zu verzeichnen wäre. Besonders tritt dies in der immer noch großen Verschiedenheit der Ansichten über den Einfluß der freien Kohlensäure hervor. Während zahlreiche Erfahrungen zu der Ansicht geführt haben, daß freie Kohlensäure wenigstens bedingungsweise (in weichen Wässern, bei gleichzeitiger Anwesenheit von Sauerstoff usw.) die Aufnahme von Blei durch das Wasser befördert, kommt z. B. Růžička[1]) in seinen systematischen Untersuchungen über die Angreifbarkeit des Bleies

[1]) Archiv f. Hygiene 1902, Bd. 41, S. 23.

durch das Wasser zu dem Ergebnis: „Freie in der Lösung enthaltene Kohlensäure bewirkt — der allgemein verbreiteten Anschauung ganz entgegengesetzt — eine meistens sogar recht bedeutende Verringerung des Bleiangriffes, und zwar auch dann, wenn sie im Überschuß vorhanden ist (sowohl in destilliertem Wasser als auch in verschiedenen Salzlösungen).“ Auch Clowes[1]) fand bei Versuchen mit kohlensäurehaltigem destillierten Wasser, daß die Kohlensäure eine ihrem Volumen proportionale hemmende Wirkung ausübt.

Ebenso wie die Laboratoriumsversuche stehen auch die aus den praktischen Erfahrungen gezogenen Schlußfolgerungen vielfach untereinander in Widerspruch. Bei Durchsicht der Literatur[2]) zeigt sich, daß die mit reinen Lösungen einzelner Wasserbestandteile erhaltenen Resultate ganz allgemein auch auf die natürlichen Wässer als maßgebend übertragen worden sind, ohne den Einfluß der übrigen Bestandteile genügend zu berücksichtigen. Ebenso ist es auch zur Beurteilung der mit natürlichen Wässern erhaltenen Untersuchungsergebnisse erforderlich, möglichst alle in den betreffenden Wässern gelösten Stoffe nach Art und Menge zu kennen, während fast ausnahmslos nur allgemeine Angaben über die Beschaffenheit der Wässer gemacht, oder doch nur einige wenige Stoffe bestimmt worden sind, wogegen die aus der Gesamtwirkung aller Stoffe sich ergebende Bleilösungsfähigkeit einzelnen, als vorherrschend erkannten Komponenten der Zusammensetzung allein zugeschrieben worden ist.

Aus diesem Grunde ist an der Hand der Literatur keine genügende Grundlage zur Beurteilung der Bleiaufnahme durch die Dessauer Wässer zu gewinnen, und mußte die Experimentaluntersuchung zu diesem Zwecke herangezogen werden.

b) Angewandte Untersuchungsverfahren.

1. Die Versuchsanordnung.

Um direkte Untersuchungen mit den in Betracht kommenden Wässern vorzunehmen, mußte zunächst ein hierzu brauchbares Verfahren gefunden werden. Die Grundlage dafür ist eine Versuchsanordnung, welche jederzeit gleichmäßig herstellbar ist und dabei den folgenden, wesentlichen Anforderungen genügt. Die Oberfläche des Bleies muß bei Beginn der Versuche in stets gleicher Beschaffenheit (metallisch rein) zur Anwendung kommen; ihre Größe muß bei allen Versuchen möglichst gleich sein. Damit die zu prüfende Flüssigkeit möglichst in ihrer ganzen Menge zur Einwirkung kommt, muß sie an einer genügend großen Bleioberfläche in geeigneter Weise vorbeibewegt werden. Die Berührung zwischen Blei und Flüssigkeit muß so geregelt werden können, daß während einer Versuchsreihe in gleichen Zeiten gleiche Flüssigkeitsmengen zur Einwirkung auf die Bleioberfläche kommen. Die Zuführung

---

[1]) Proceeding Chem. Soc. Bd. 18, S. 46. Ref. Chem. Centralblatt 1902, I, S. 742.

[2]) Eine ausführliche Zusammenstellung und Besprechung, insbesondene der neueren Arbeiten gibt Kühnemann in seiner Abhandlung: Über die Verwendbarkeit verschiedener Rohmaterialien für Hauswasserleitungen mit besonderer Berücksichtigung der Bleiröhren. (Aus der Kgl. Versuchs- und Prüfungsanstalt für Wasserversorgung und Abwässerbeseitigung.) Vierteljahrsschr. f. gerichtl. Medizin u. öff. Sanitätswesen 1904 [3] Bd. 27, S. 314.

neuer Flüssigkeitsmengen muß ohne Unterbrechung beliebig lange fortgesetzt werden können, um etwa eintretende Änderungen in der Bleiaufnahme verfolgen zu können. Endlich muß eine gleichmäßige Regulierung der Temperatur möglich sein.

Die bisher benutzten Verfahren bestehen darin, daß die zu untersuchende Flüssigkeit in Gefäße gebracht wurde, welche das Blei in Form von Platten, Streifen oder Draht enthielten. Růžička (a. a. O.) benutzte durch Aufschneiden von Bleirohr hergestellte Bleirinnen. Häufig wurden auch Bleirohre in verschiedener Länge direkt zur Aufnahme des Wassers verwendet. Die Flüssigkeiten wurden dann nach mehr oder minder langem Stehen in den Gefäßen oder Bleirohren auf ihren Bleigehalt geprüft. Um die mit der Bleioberfläche in Berührung kommende Flüssigkeit zu erneuern, setzte Růžička bei einigen Versuchen die Bleirinnen nacheinander in mehrere, mit derselben Lösung gefüllte Gefäße.

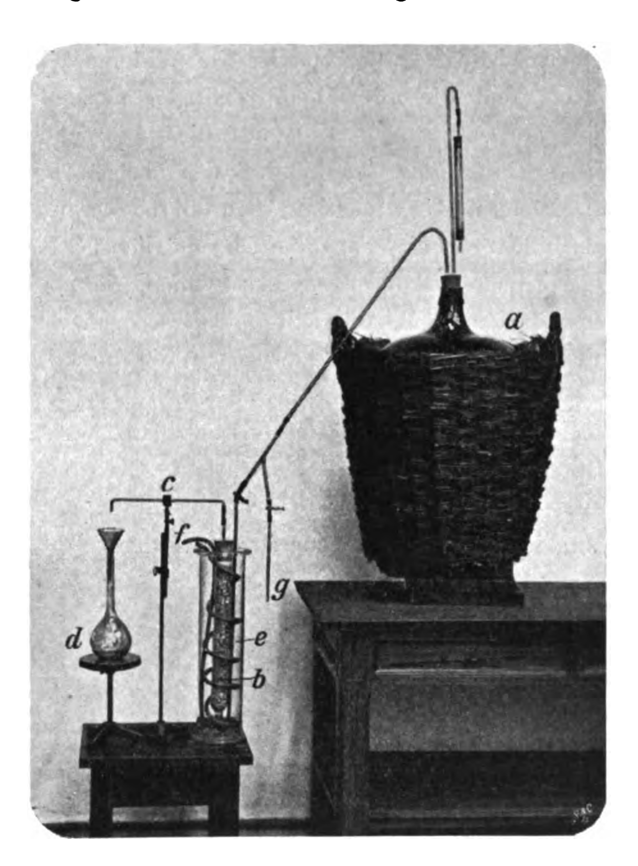


Fig. 1. Versuchsanordnung für die Prüfung der Einwirkung von Wässern auf Bleispäne.
Das in dem Ballon a befindliche zu prüfende Wasser tritt durch einen Heber in das mit Bleispänen gefüllte Einwirkungsgefäß b (Vergrößerung siehe Figur 2) von unten herein und am oberen Ende durch das zweimal rechtwinklig gebogene Kapillarrohr c aus, um in die Maßflasche d zu tropfen. Die Temperatur des Einwirkungsgefäßes b wird in dem mit der Kühlschlange f versehenen Wassergefäß e konstant erhalten. Das Abzweigrohr g dient zur Probeentnahme.

Da bei der Untersuchung der Dessauer Wässer mit verhältnismäßig kleinen Unterschieden zu rechnen war, und somit die Versuchsanordnung den zu stellenden Anforderungen möglichst weitgehend genügen mußte, so war die Einrichtung besonderer Apparate nicht zu umgehen.

Der in Fig. 1 wiedergegebene Apparat wurde zu den im Laboratorium ausgeführten Versuchen benutzt. Als Vorratsgefäße für die zu untersuchenden Wässer und Lösungen dienten Glasballons von etwa 60 Litern Inhalt, die schon seit etwa einem Jahre zur Aufbewahrung von destilliertem Wasser verwendet worden waren.

Während des Versuches war der Ballon mit einem Gummistopfen verschlossen, der in zwei Bohrungen Glasröhren trug, deren eine als Heber gebogen war, während die zweite, mit einem Wattefilter oder Absorptionsapparat versehene, als Mariottesches Rohr zur Luftzuführung unter beliebiger Absenkung des Niveaus diente. Das Mariottesche Rohr ermöglichte eine stets gleichmäßige, regulierbare Abflußgeschwindigkeit. Durch den Heber gelangte die Flüssigkeit in das Einwirkungsgefäß (b).

Letzteres ist in Fig. 2 in größerem Maßstabe wiedergegeben. Es bestand aus einem unten verengten Glaszylinder von 380 mm Länge und 37 mm innerem Durchmesser. Das seitliche Zuflußrohr mündete durch einen Gummistopfen in das untere Ende des Einwirkungsgefäßes; es schnitt mit der Oberkante des Stopfens ab. Durch den oberen Stopfen war ein Glasrohr von 95 mm Länge geführt, welches mit einem zweimal rechtwinklig gebogenen Kapillarrohr (c) verbunden war. Die kurzen Enden des Kapillarrohres waren 30 mm, der längere, horizontale Teil 275 mm lang. Der innere Durchmesser des Rohres betrug 1,2 mm, der äußere 6,5 mm. Das Abflußende, durch welches die Flüssigkeit in das Meßgefäß (d) tropfte, war glatt abgeschliffen. Die in der Zeiteinheit durch das Einwirkungsgefäß fließende Flüssigkeitsmenge ist wesentlich abhängig von der Niveaudifferenz zwischen dem Mariotteschen Rohr und dem Ende der Abflußkapillare, sowie von der Reibung in der letzteren. Die Verwendung eines Glashahnes oder Gummischlauches mit Quetschhahn an Stelle des Kapillarrohres hat sich wegen der schwierigen Regulierung nicht bewährt. Das Einwirkungsgefäß wurde mit etwa 80 m Bleispänen von 1,5 mm Breite beschickt. (Wegen der Darstellung der Späne vgl. S. 347.) Die Späne, welche lange Bänder bilden, müssen lose und gleichmäßig eingefüllt werden; unter dem Stopfen darf kein freier Raum bleiben.

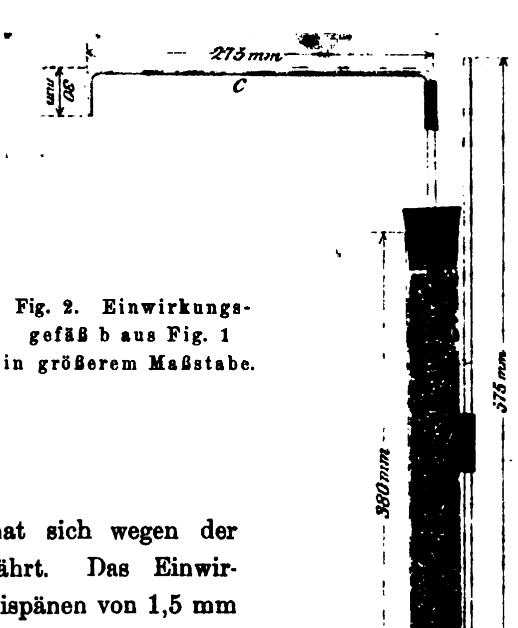


Fig. 2. Einwirkungsgefäß b aus Fig. 1 in größerem Maßstabe.

Zur Erzielung der gewünschten Temperatur wurde das Einwirkungsgefäß in ein weites Glasgefäß gesetzt, welches mit Wasser gefüllt und einer geeigneten Temperiervorrichtung (z. B. einer Kühlschlange) versehen war (Fig. 1e).

Behufs Entnahme von Proben der Einwirkungsflüssigkeit während des Versuches war vor dem Einwirkungsgefäß ein gläsernes Dreiwegstück eingeschaltet (Fig. 1g).

Während diese Versuchsanordnung für die meisten Zwecke genügte, war bei den Versuchen über die bleilösende Eigenschaft der Dessauer Rohwässer zu berücksichtigen, daß sie keinen oder doch nur sehr wenig Sauerstoff enthalten, und demnach ein Hinzutreten atmosphärischer Luft zu vermeiden war. Die Apparate wurden daher so konstruiert, daß das Wasser unmittelbar aus den Druckrohren in die Einwirkungsgefäße gelangte.

Ein derartiger, für zwei gleichzeitige Versuche eingerichteter Apparat ist in Fig. 3 wiedergegeben. Das eiserne Rohr A wurde unter Verwendung eines sogenannten Anbohrhahnes nach Absperrung der entsprechenden Schieber in das Druck-

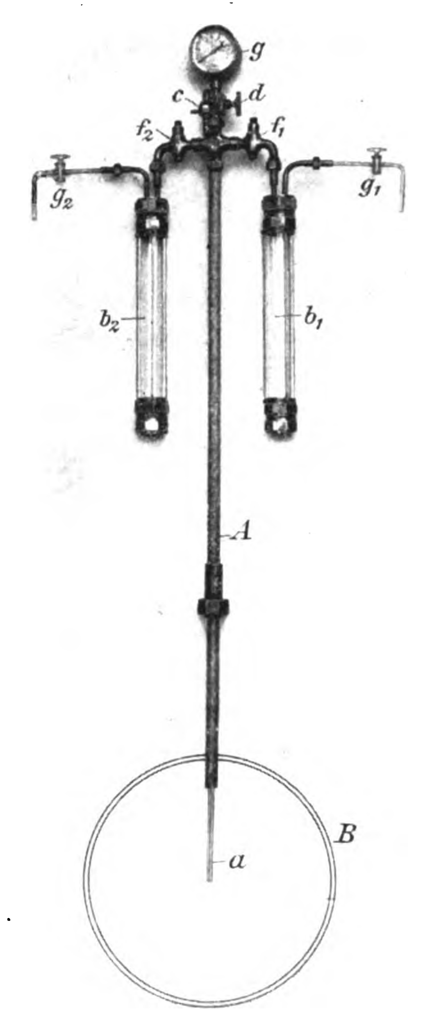


Fig. 3. Versuchsanordnung für die Prüfung der Einwirkung von Wasserleitungswässern auf Bleispäne unter Druck.

Das mittels eines sogenannten Anbohrhahnes (in der Abbildung weggelassen) mit dem Wasserleitungsdruckrohr B verbundene, verzinkte Eisenrohr A trägt im Innern drei Glasröhren a, von denen zwei in die seitlich angebrachten Hähne f_1 und f_2 führen. Das dritte Glasrohr kann durch den Hahn d abwechselnd mit dem Manometer g und dem Auslaßhahn c verbunden werden. An den Hähnen f_1 und f_2 sind die mit Bleispänen gefüllten Druckgefäße b_1 und b_2 (Vergrößerung vgl. Figur 4) angebracht. Die Regulierung der Durchflußgeschwindigkeit erfolgt durch die Hähne g_1 und g_2. Die Temperatur der Druckgefäße b_1 und b_2 wird in einem in der Abbildung weggelassenen Wassergefäß, welches durch den Auslaßhahn c mit Wasser gespeist wird, auf der Temperatur des Wasserleitungswassers gehalten.

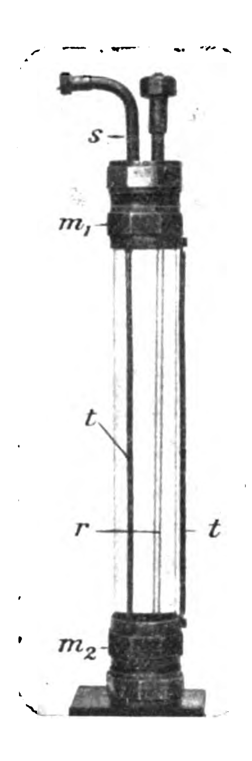


Fig. 4. Einwirkungsgefäß b_1, b_2 aus Figur 3 in größerem Maßstabe.

Das zu prüfende Wasser tritt durch das Glasrohr r am Boden des Druckgefäßes ein und am oberen Ende durch das Knierohr s wieder aus. Die Bleispäne sind in der Abbildung weggelassen. Der beiderseitige Verschluß des Druckrohres erfolgt durch die angekitteten Messingkappen m_1 und m_2, welche durch die Verbindungsstege t zusammengehalten werden.

rohr, welches das zu untersuchende Wasser führte, eingesetzt, und zwar so, daß die Enden der drei von dem Rohre A umschlossenen gläsernen Wasserzuführungsröhren (a) in die Mitte des Druckrohres zu stehen kamen. Zwei von diesen Glasröhren führten zu den Einwirkungsgefäßen (b_1 und b_2), während das dritte zu dem Auslaßhahn (c) führte und durch den Hahn d auf das Manometer (g) geschaltet werden konnte.

Die Einwirkungsgefäße (Fig. 3, b_1 und b_2), von denen eins in Fig. 4 in etwas größerem Maßstabe wiedergegeben ist, waren oben und unten durch Spiegelglasplatten und zwischengelegte Kautschukringe abgeschlossen. Die oberen Platten waren an Messingarmaturen gekittet, um die Festigkeit zu erhöhen. Die Gewindestücke m_1 und m_2 (Fig. 4) waren durch drei Stege (t) verbunden. Die Flüssigkeit trat in das Einwirkungsgefäß durch das Rohr r nahe am Boden ein und verließ dasselbe durch das gebogene Rohr s. Da die Durchlaßhähne (Fig. 3, f_1 und f_2) auf der Strecke vom Hahnkonus bis hinter die Biegung am Einwirkungsgefäß nicht mit Glas ausgelegt werden konnten, wurde dieser Teil des Apparates mit einem wasserunlöslichen Lacküberzuge versehen, sodaß auch hier jede Berührung des Wassers mit anderen Metallen als den Bleispänen vermieden war. Kapillaren waren unter den gegebenen Bedingungen zur Verlangsamung der Durchflußgeschwindigkeit nicht verwendbar. Bei den an ihrer Stelle benutzten Glashähnen war eine fortwährende Regulierung erforderlich.

Um die Einwirkungsgefäße auf konstanter Temperatur zu erhalten, wurden sie in gläserne Gefäße (in den Abbildungen fortgelassen) gesetzt, welche beständig von dem aus Hahn c kommenden Wasser durchflossen wurden.

2. Die Herstellung der Bleispäne.

Da bei den Versuchen verhältnismäßig große, metallisch reine Bleioberflächen zur Anwendung kommen sollten, wurde das Metall in Form dünner Bänder verwendet, die für die Laboratoriumsversuche unmittelbar vor der Benutzung durch Abdrehen von einem Bleirohr hergestellt wurden. Für die in Dessau vorgenommenen Untersuchungen wurden die Späne in gut getrockneten Stöpselgläsern transportiert. Durch Feuchtigkeit und andere Ursachen laufen die Späne leicht an; zu den Versuchen wurden sie nur benutzt, wenn sie sich tadellos blank gehalten hatten.

Als Material zur Gewinnung der Bleispäne diente oberschlesisches Weichblei, welches sich bekanntlich durch besondere Reinheit auszeichnet. Die Gesamtmenge der Verunreinigungen desselben soll nach Angabe der Hütte 0,02 Prozent nicht überschreiten. (Eine im Gesundheitsamt ausgeführte Bleibestimmung ergab 99,86 % Blei; die Differenz erklärt sich aus den unvermeidlichen Analysenfehlern der direkten Bleibestimmung). Aus diesem Material war nach der üblichen Fabrikationsmethode (Pressen über einen Dorn) für die vorliegenden Untersuchungen ein besonderes starkwandiges Rohr von 45 mm äußerem Durchmesser und 15 mm lichter Weite hergestellt worden, von dem das Bleiband auf einer Leitspindel-Drehbank abgedreht wurde. Die Leitspindel war so eingestellt, daß die auf dem Bleirohr entstehende Schraubenlinie auf 1 cm 73 Umgänge machte. Der Support war mit einem Index versehen, bei dessen jedesmaliger Einstellung der Drehstahl um 0,25 mm vorgerückt wurde.

Der obere Teil des Drehstahles ist in Fig. 5 von zwei Seiten dargestellt. Die schneidende Kante (a) wurde so eingestellt, daß nach dem Vorrücken des Drehstahles um 0,25 mm die mittels Mikrometerlehre gemessene Spanbreite 1,5 mm betrug. Während die Breite in dieser Weise gleichmäßig innegehalten werden kann, ändert sich die Stärke des Spanes aus verschiedenen Ursachen, insbesondere auch mit dem Durchmesser des Bleirohres und mit der Schärfe des Drehstahles recht beträchtlich. Es findet ein mehr oder weniger starkes Zusammenschieben des Spanes statt, welches sich dadurch zu erkennen gibt, daß die rauhe Außenfläche desselben eine engere oder weitere Faltung hat. Fig. 6, a_1 und b_1 zeigen die rauhen Außenflächen, Fig. 6, a_2 und b_2 die blanken Innenflächen derselben Späne, bei gleicher (seitlicher) Beleuchtung in 5facher Vergrößerung photographiert. Die Stärke des dichter zusammengeschobenen Spanes (Fig. 6, a_1) betrug 0,2 mm, diejenige des anderen Spanes (Fig. 6, b_1) nur 0,16 mm.

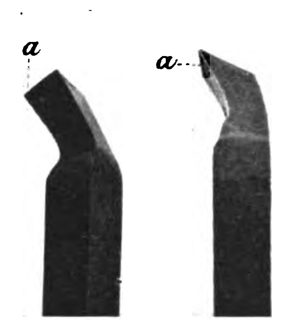


Fig. 5. Drehstahl zur Herstellung der Bleispäne.
Die schneidende Kante ist mit a bezeichnet.

Zur Füllung jedes Einwirkungsgefäßes wurden etwa 80 m Bleiband verwendet. Die Oberfläche dieser Späne kann wegen ihrer unregelmäßigen Beschaffenheit nicht berechnet werden; jedenfalls war sie bei der beschriebenen Herstellungsweise in allen Versuchen annähernd gleich, oder im Verhältnis zu den übrigen Versuchsbedingungen so groß, daß die vorkommenden Differenzen keinen irgendwie merklichen Einfluß ausüben konnten (vergl. auch die Prüfung der Versuchsanordnung). Das Gewicht von 80 m Bleiband betrug bei einer Stärke von 0,16 mm 160 g. Bei zeitweiliger Feststellung des Gewichtes von einigen Metern Bleiband kann die Wägung an Stelle der Abmessung benutzt werden.

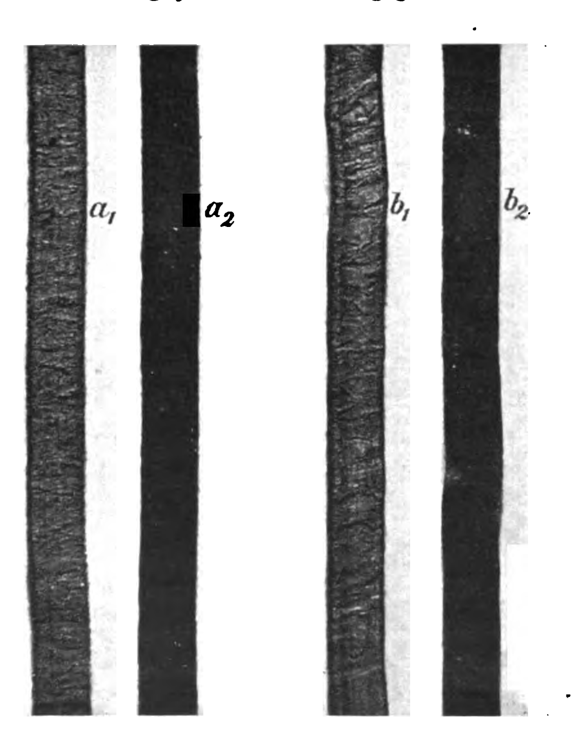


Fig. 6. Die zur Prüfung der Wässer benutzten Bleispäne in fünffacher Vergrößerung.
Bei der Herstellung der Bleispäne auf der Leitspindeldrehbank wird die eine Fläche der Späne rauh und matt (a_1 und b_1), während die andere glatt und blank bleibt (a_2 und b_2).

3. Die Prüfung der Versuchsanordnung.

Zunächst wurde festgestellt, ob ein gleichmäßiger Durchtritt der Flüssigkeit durch die mit Bleispänen beschickten Einwirkungsgefäße stattfindet. Der in einem Einwirkungsgefäße nach der Füllung mit 80 m Bleispänen noch verbleibende Rauminhalt betrug rund 360 ccm, sodaß bei der, für die nachstehenden Versuche gewählten und später als zweckmäßig beibehaltenen Durchflußgeschwindigkeit von 500 ccm in 1 Stunde, jedes Flüssigkeitsteilchen 43 Minuten zum Durchgange durch das Einwirkungsgefäß gebrauchte.

Zur Ausführung der Versuche über den gleichmäßigen Flüssigkeitsdurchgang wurden zwei Einwirkungsgefäße mit je 80 m Bleiband beschickt, und zwar wurde das Blei in das eine Gefäß (I) so lose eingefüllt, daß es bis dicht unter den Stopfen reichte, während es in dem zweiten Gefäß (II) so weit zusammengedrückt wurde, daß etwa 13 cm unter dem Stopfen frei blieben. Beide Gefäße wurden mit einer kräftig gefärbten Lösung von Fuchsin in Wasserleitungswasser gefüllt. In einer dritten Versuchsreihe wurden der Fuchsinlösung 200 mg Rohrzucker auf 1 Liter zugesetzt, um die Dichte der zu verdrängenden Flüssigkeit zu erhöhen. Darauf wurden die Versuche unter Benutzung der für die Laboratoriumsversuche beschriebenen Anordnung (Fig. 1), mit dem nämlichen Wasser im ungefärbten Zustande und bei Innehaltung der Temperatur von 19,1° in Gang gesetzt.

Die Beobachtung zeigte, daß eine gleichmäßige Verdrängung der gefärbten Flüssigkeit stattfindet, und in dem Gewirr der Bleispäne sich keine stellenweise Hemmung der Zirkulation bemerkbar macht. Dagegen fand in dem oberen, von Bleispänen freien Teile des Gefäßes II eine Schlierenbildung und Durchmischung statt, sodaß die Verdrängung der gefärbten Flüssigkeit aus diesem Gefäße etwas langsamer vor sich ging.

Die Abnahme des Farbstoffes wurde in den stündlich abgeflossenen Wassermengen kolorimetrisch bestimmt. Wird die ursprünglich in jedem Rohre vorhandene Menge des Farbstoffes gleich 100 gesetzt, so ergeben sich die Werte der Tabelle 2, aus denen hervorgeht, daß die Flüssigkeiten gleichmäßig durch die Einwirkungsgefäße gehen. Schon bei der dritten Probe wurde $^1/_2$% des Anfangswertes der Färbung nicht mehr erreicht.

Tabelle 2. Untersuchung über die Verdrängung von Lösungen aus den mit Bleispänen beschickten Einwirkungsgefäßen durch Wasser.

Zeit	Relativer Fuchsingehalt der innerhalb der betreffenden Stunde ausgetropften 500 ccm Lösung.		
	Einwirkungsgefäß I mit ca. 80 m Bleispänen von 1,5 mm Breite, welche das ganze Rohr anfüllen.	Einwirkungsgefäß II mit ca. 80 m Bleispänen von 1,5 mm Breite, auf $^2/_3$ der Rohrlänge zusammengedrückt.	Einwirkungsgefäß III, wie I, jedoch enthielt die Fuchsinlösung 0,2 g Zucker in 1 Liter.
Vor Beginn des Versuches	100	100	100
nach 1 Stunde	98,5	97,8	96,5
„ 2 „	1,8	1,5	2,9
„ 3 „	0,18	0,47	0,38
„ 4 „	0,05	0,18	0,14
„ 5 „	0,02	0,05	0,08
„ 6 „	0,01	0,04	0,05
„ 7 „	0,0	0,0	0,0

Die Vergrößerung der Dichte der Einwirkungsflüssigkeit, wie sie durch 200 mg Rohrzucker in 1 Liter hervorgerufen wird, übte auf die Verdrängung nur einen geringen Einfluß aus. Die Füllung der Gefäße bis dicht unter den Stopfen ist einer teilweisen Füllung mit Bleispänen vorzuziehen.

Weiterhin war die Abhängigkeit der in Lösung gehenden Bleimengen von der Durchflußgeschwindigkeit, d. h. der Einwirkungszeit des Lösungsmittels zu berücksichtigen.

Tabelle 3.

Beziehungen zwischen der Zeit der Einwirkung wässeriger Lösungen auf Bleispäne (Durchflußgeschwindigkeit) zur gelösten Bleimenge.

Da die gelösten Bleimengen erst nach einiger Zeit konstant werden, sind hier die Ergebnisse erst nach zweitägiger Versuchsdauer aufgeführt. Temperatur: 18°.

Art der durchfließenden Lösung							
Destilliertes Wasser enthaltend 9,2 mg = 0,29 Millimol [1]) Sauerstoff in 1 l		Destilliertes Wasser enthaltend 8,8 mg = 0,26 Millimol Sauerstoff u. 39,1 mg = 0,89 Millimol freie Kohlensäure in 1 l		Destilliertes Wasser enthaltend 8,8 mg = 0,28 Millimol Sauerstoff u. 42 mg = 0,5 Millimol Natriumhydrokarbonat in 1 l		Destilliertes Wasser enthaltend 9,0 mg = 0,28 Millimol Sauerstoff, 9,6 mg = 0,22 Millimol freie Kohlensäure, 128,7 mg = 1,55 Millimol Natriumhydrokarbonat, 71,1 mg = 0,5 Millimol Natriumsulfat in 1 l	
Durchflußgeschwindigkeit in ccm in der Stunde	Gelöste Bleimenge, berechnet auf 1 l	Durchfluß geschwindigkeit in ccm in der Stunde	Gelöste Bleimenge, berechnet auf 1 l	Durchflußgeschwindigkeit in ccm in der Stunde	Gelöste Bleimenge, berechnet auf 1 l	Durchflußgeschwindigkeit in ccm in der Stunde	Gelöste Bleimenge, berechnet auf 1 l
125 ccm	114 mg	114 ccm	10,1 mg	116 ccm	0,76 mg	106 ccm	1,28 mg
240 „	115 „	250 „	10,2 „	250 „	0,59 „	280 „	1,28 „
465 „	115 „	480 „	10,1 „	500 „	0,61 „	500 „	1,24 „
720 „	115 „	950 „	9,8 „	990 „	0,53 „	970 „	1,24 „
110 „	114 „	124 „	10,0 „	112 „	0,56 „	100 „	1,28 „
250 „	115 „	267 „	10,1 „	240 „	0,58 „	275 „	1,28 „
525 „	115 „	507 „	10,8 „	490 „	0,61 „	520 „	1,28 „
990 „	115 „	1000 „	10,1 „	985 „	0,52 „	960 „	1,24 „
124 „	114 „	124 „	10,6 „	128 „	0,76 „	106 „	1,26 „
250 „	114 „	250 „	10,8 „	240 „	0,59 „	225 „	1,28 „
500 „	115 „	507 „	10,6 „	490 „	0,61 „	515 „	1,28 „
1005 „	115 „	1000 „	10,7 „	970 „	0,54 „	960 „	1,24 „
124 „	114 „	125 „	10,2 „	122 „	0,72 „	125 „	1,28 „
250 „	114 „	250 „	10,8 „	250 „	0,57 „	280 „	1,28 „
500 „	115 „	507 „	9,8 „	505 „	0,61 „	515 „	1,26 „
1010 „	114 „	1000 „	10,6 „	995 „	0,57 „	960 „	1,28 „

[1]) Unter einem Mol versteht man so viele Gramme eines Stoffes, als sein Molekulargewicht angibt; unter einem Millimol den tausendsten Teil dieser Menge. Durch die Wahl dieser Einheit werden beliebige Mengen verschiedener Stoffe in bezug auf ihre chemische Wirksamkeit direkt miteinander vergleichbar, während es bei der Angabe in Grammen oder Prozenten hierfür stets einer Umrechnung bedarf.

Bei den vier Versuchsreihen in Tabelle 3 wurden Lösungen von 1. Sauerstoff, 2. Sauerstoff und Kohlendioxyd, 3. Sauerstoff und Natriumhydrokarbonat und 4. Sauerstoff, Kohlendioxyd, Natriumhydrokarbonat und Natriumsulfat in destilliertem Wasser mit Geschwindigkeiten von etwa 125 bis 1000 ccm in der Stunde durch die Einwirkungsgefäße geleitet. Die gefundenen Bleimengen zeigen, daß weitgehende Schwankungen in der Durchflußgeschwindigkeit eintreten dürfen, ohne daß das Resultat dadurch beeinflußt wird. An anderen Versuchen zeigte es sich, daß bei noch größerer Durchflußgeschwindigkeit die von der Volumeinheit gelöste Bleimenge abnahm. Offenbar reichte dann die Berührungszeit zwischen Wasser und Blei nicht aus, um die unter den jeweiligen Versuchsbedingungen überhaupt lösbaren Bleimengen in Lösung zu bringen. Für die Untersuchung der Dessauer Wässer wurde in allen Fällen die Geschwindigkeit von 500 ccm in der Stunde angewendet.

Infolge der stets gleichen Versuchsbedingungen (Bleioberfläche, Durchflußgeschwindigkeit, Temperatur usw.) sind daher die Werte der bei den verschiedenen Versuchsreihen gelösten Bleimengen unter sich streng vergleichbar; dagegen dürfen sie nicht mit den von anderen Beobachtern bei anderweitigen Versuchsbedingungen gefundenen Resultaten zusammengestellt werden. Daß den unter den mitgeteilten Versuchsbedingungen erhaltenen Werten wahrscheinlich eine absolute Bedeutung, nämlich diejenige einer Sättigungskonzentration zukommt, wird im theoretischen Anhange dieser Abhandlung gezeigt werden.

Die Bestimmung des Bleies war bei diesen Versuchen auf kolorimetrischem Wege ausgeführt worden. Bei allen später beschriebenen Untersuchungen an den Dessauer Wässern kam die folgende Methode zur Anwendung.

4. Die Bestimmung des Bleies.

Die Bestimmung sehr kleiner Bleimengen kann bei Abwesenheit von anderen Schwermetallen und färbenden Stoffen vorteilhaft auf kolorimetrischem Wege geschehen. Bei den natürlich vorkommenden Wässern ist diese Methode wegen des Vorkommens von Eisen, Mangan und gelösten organischen Stoffen nicht direkt anwendbar. Die vorherige Trennung des Bleies von den störenden Stoffen nach den bekannten Verfahren würde eine umständliche Verarbeitung sehr großer Wassermengen erfordern.

Die Ausarbeitung einer geeigneten Methode zu genügend schneller und ausreichend genauer Bestimmung auch der kleinsten zu berücksichtigenden Bleimengen gestaltete sich zu einer umfangreichen Vorarbeit, welche von Dr. B. Kühn im Laboratorium des Kaiserlichen Gesundheitsamtes ausgeführt worden ist, und in einer späteren Veröffentlichung eingehend beschrieben werden wird. Die Bleibestimmungen wurden folgendermaßen ausgeführt: Zu 4 bis 5 Litern des zu untersuchenden Wassers wird eine, unmittelbar vor dem Gebrauch gemischte Lösung von 25 ccm Eisessig und 500 ccm einer Natriumsulfidlösung (8 : 500) gesetzt. Um das kolloidal ausfallende Bleisulfid abfiltrieren zu können, wird die Zusammenballung des Niederschlages durch Zusatz von 100 g Natriumnitrat befördert und hierauf die Flüssigkeit mit 2 g gereinigtem kurzfaserigen Asbest[1]) geschüttelt, wobei sich der kolloidale Niederschlag

[1]) Vergl. Th. Paul, Zeitschr. f. analyt. Chemie Bd. 31, 1892, S. 537.

vollständig auf der Oberfläche des Asbests festsetzt. Der Asbest mit dem Bleisulfid wird hierauf durch ein, gleichfalls aus Asbestfasern hergestelltes Filter unter Anwendung der Saugpumpe abfiltriert. Nunmehr wird das auf dem Filter befindliche Schwefelblei durch Wasserstoffsuperoxyd, dem eine geringe Menge Salpetersäure zugefügt worden ist, zu Bleisulfat oxydiert und letzteres in Natriumacetatlösung aufgelöst. Die weitere Ausführung der Bestimmung deckt sich im Prinzip mit dem von W. Diehl[1]) und G. Topf[2]) angegebenen Verfahren. Das in natriumacetathaltiger Lösung befindliche Bleisulfat wird durch Bromwasser in Bleisuperoxyd übergeführt und dieses zur Abscheidung einer äquivalenten Jodmenge mit einer Lösung von Jodkalium und Natriumacetat, die mit Essigsäure angesäuert ist, übergossen. Die Jodlösung wird mit überschüssiger Natriumthiosulfatlösung von bekanntem Gehalt versetzt und der Überschuß mit $\frac{n}{100}$ Jodlösung zurücktitriert.

Mit Bleimengen bis zu 2 mg in 1 Liter unter Anwendung von je 5 Litern Flüssigkeit hat Kühn Kontrollbestimmungen ausgeführt, aus denen sich der mittlere Fehler zu 0,01 mg in 1 Liter berechnet. Die größte Abweichung war 0,1 mg in 1 Liter.

5. Die Bestimmung der Kohlensäure.

Bei der Wiedergabe der Resultate von chemischen Wasseruntersuchungen, insbesondere soweit diese als Grundlage für die hygienische Beurteilung dienen sollen, war es bisher üblich, die gesamte in einem Wasser vorhandene Kohlensäure in „ganz gebundene", „halb gebundene" und „freie" Kohlensäure einzuteilen. Unter ganz gebundener Kohlensäure verstand man den in Form von einfach kohlensauren Salzen, Karbonaten (z. B. Na_2CO_3) vorhandenen Anteil. Als halbgebundene Kohlensäure wurde diejenige aufgefaßt, welche man sich mit den einfach kohlensauren Salzen zu doppeltkohlensauren Salzen (Bikarbonaten, Hydrokarbonaten) zusammentretend dachte ($Na_2CO_3 + CO_2 + H_2O = 2\,NaHCO_3$). Die freie Kohlensäure endlich bedeutete den Rest der Kohlensäure, welcher nicht an Basen gebunden ist.

In den in Betracht kommenden Wässern ist stets genügend Kohlensäure vorhanden, um doppelt kohlensaure Salze zu bilden, so daß nur diese und die freie Kohlensäure zu berücksichtigen sind, und zwar entspricht der Anteil der Kohlensäure in den doppeltkohlensauren Salzen der „gebundenen + halbgebundenen Kohlensäure."

Nach den heutigen Anschauungen über die Natur wässeriger Lösungen müssen diese Vorstellungen modifiziert werden. Da nämlich die Salze in verdünnten Lösungen als fast vollständig elektrolytisch gespalten zu betrachten sind, z. B. $NaHCO_3$ in $Na^{\cdot}$-Ion und HCO'_3-Ion, so entspricht die „gebundene + halbgebundene" Kohlensäure dem Betrage der HCO'_3-Ionen. Die freie Kohlensäure dagegen, die in wässeriger Lösung als mindestens teilweise mit Wasser zu der Verbindung H_2CO_3 vereinigt betrachtet werden muß, ist eine so schwache Säure, daß sie fast vollständig undissoziiert angenommen wird. Nur ein sehr kleiner Teil der H_2CO_3 Molekeln ist in $H^{\cdot}$-Ionen und HCO'_3-Ionen, und ein noch kleinerer Teil dieser letzteren in $H^{\cdot}$-Ionen und

[1]) Dinglers polyt. Journal Bd. 246, 1882, S. 196.

[2]) Zeitschr. f. analyt. Chemie Bd. 26, 1887, S. 137 u. 277.

CO''_3-Ionen gespalten. Da die Menge der aus der Kohlensäure stammenden HCO'_3-Ionen in den meisten Fällen gegenüber dem aus der Dissoziation des Hydrokarbonats hervorgehenden Anteil praktisch gänzlich zu vernachlässigen ist, so kann dabei geblieben werden, die „gebundene + halbgebundene" Kohlensäure dem Betrage der Hydrokarbonat-Ionen gleichzusetzen.

Bei der Untersuchung der Dessauer Wässer kam es darauf an, einerseits die Hydrokarbonat-Ionen und anderseits die unter dem Begriffe „freie Kohlensäure" zusammengefaßten Bestandteile einer wässerigen Kohlensäurelösung der Menge nach zu bestimmen.

Die Resultate, welche bei der direkten Bestimmung der freien Kohlensäure bei Gegenwart von Hydrokarbonaten erhalten werden, sind wegen des eigenartigen Verhaltens dieser Säure zwar nicht in voller Übereinstimmung mit den absoluten Werten, doch sind die Abweichungen nicht so groß, daß ihnen für diese Untersuchungen eine wesentliche Bedeutung zukäme.

Bei den beiden ersten Versuchen, welche im Mai 1904 in Dessau ausgeführt worden sind, wurde die Kohlensäurebestimmung nach der von Trillich[1]) angegenbene Methode, und zwar mit einer Abänderung bei der Bestimmung der Gesamtkohlensäure ausgeführt. Die Methode bewährte sich jedoch nicht[2]), weshalb bei allen übrigen Versuchen das von C. A. Seyler[3]) angegebene Verfahren benutzt worden ist. Nach diesem Verfahren werden 300 ccm des zu untersuchenden Wassers ohne Gasverlust in eine farblose mit Glasstopfen verschließbare Flasche von 500 ccm Inhalt gebracht und nach Zusatz von 5 Tropfen alkoholischer Phenolphtaleïnlösung (1 : 500) mit $\frac{n}{20}$ Natriumkarbonatlösung bis zum Erscheinen eines blaßroten Farbentons, welcher auch nach 3 Minuten nicht verschwinden darf, titriert. Die gefundenen Werte entsprechen der Menge der freien Kohlensäure, nach der Gleichung: $CO_2 + Na_2CO_3 + H_2O = 2\,NaHCO_3$. Dies letztere Salz reagiert bekanntlich gegen Phenolphtaleïn nahezu neutral. Der Flüssigkeit werden nunmehr zur Bestimmung der Hydrokarbonate 100 ccm Äther und 5 Tropfen alkoholischer Jodeosinlösung (1 : 500) zugefügt, wodurch sich die Ätherschicht rot färbt. Unter kräftigem Umschütteln wird mit $\frac{n}{20}$ Salzsäure bis zur Entfärbung des Äthers titriert. Aus der verbrauchten Salzsäuremenge läßt sich unter Berücksichtigung der bei der Titration der freien Kohlensäure zugesetzten Menge $\frac{n}{20}$ Natriumkarbonatlösung der

[1]) Zeitschr. f. angew. Chemie 1889, S. 337.

[2]) Aus 24 Bestimmungen ergab sich der mittlere Fehler bei der freien Kohlensäure zu ± 1,9 mg im Liter. Die größten Abweichungen erreichten jedoch viel höhere Werte. Es rührt dies daher, daß es sich um eine Kombination von Differenzbestimmungen handelt, bei der sich die Fehler durch Multiplikation stark vergrößern.

[3]) Chemical News Bd. 70, 1894, S. 82, 104, 112 und 140. Ref. in Zeitschr. f. analyt. Chemie Bd. 39, 1900, S. 731.



Gehalt an Hydrokarbonat berechnen, da die Entfärbung in dem Augenblicke eintritt, wo durch die Salzsäure sämtliche Kohlensäure in Freiheit gesetzt ist und nunmehr freie Salzsäure aufzutreten beginnt (nach neuerer Auffassung: wenn sämtliche HCO'_3-Ionen mit den aus der Salzsäure stammenden H·-Jonen zu undissoziierter Kohlensäure zusammengetreten sind, und nunmehr freie H·-Jonen aufzutreten beginnen). Bei Vorversuchen mit natriumhydrokarbonathaltigen Kohlensäurelösungen von bekanntem Gehalt hatte sich herausgestellt, daß bei der Titration der freien Kohlensäure ein merklicher Überschuß an Natriumkarbonat zur Rötung (Jonisierung) des Phenolphtaleïns zugesetzt werden muß, der mit zunehmender Konzentration der Kohlensäure geringer wird. Es wurde empirisch festgestellt, daß zur Ausgleichung des Fehlers bei Kohlensäuremengen bis zu 25 mg in 1 Liter rund 2 mg, bei größeren Mengen (bis zu 60 mg in 1 Liter) rund 1 mg freie Kohlensäure von der direkt gefundenen Menge in Abzug zu bringen ist. Der mittlere Fehler des Resultates berechnet sich nach Anbringen dieser Korrektur zu $\pm$ 0,5 mg in 1 Liter.

6. Die Bestimmung des Sauerstoffs wurde nach der bekannten von L. W. Winkler[1]) angegebenen Methode ausgeführt.

c) Versuche.

Daß chemisch reines Wasser auf metallisches Blei keine merkliche Einwirkung auszuüben vermag, ist im Einklange mit den theoretischen Beziehungen von mehreren Forschern auf experimentellem Wege festgestellt worden. Nimmt aber das chemisch reine Wasser Sauerstoff auf, wie dies z. B. schon bei der Berührung mit der atmosphärischen Luft eintritt, so erhält es hierdurch in hohem Maße die Eigenschaft, Blei zu lösen. Daß diese, durch den Sauerstoffgehalt bedingte Lösungsfähigkeit für Blei bei den natürlichen Wässern nicht zur Erscheinung kommt, hat seinen Grund in der Anwesenheit gewisser Salze; Chloride, Sulfate, und vor allen die wohl in keinem Grund- oder Oberflächenwasser gänzlich fehlenden Salze der Kohlensäure (Hydrokarbonate) geben dazu Veranlassung, daß die Bleimenge, welche das Wasser aufnimmt, auf einen sehr kleinen Betrag herabsinkt. Ebenso geht aus den bisherigen Erfahrungen mit großer Wahrscheinlichkeit hervor, daß der freien Kohlensäure die entgegengesetzte Wirkung zukommt, indem sie die schützende Wirkung der Salze vermindert.

Auf theoretische Erörterungen über den Lösungsvorgang des Bleies unter den Verhältnissen, wie sie bei den zur Wasserversorgung benutzten Wässern vorkommen, wird am Schlusse dieses Gutachtens noch kurz eingegangen werden; zunächst kann um so eher hierauf verzichtet werden, als es sich lediglich um die Beantwortung der Frage handelt, ob ein Zusatz von Natronlauge zu den für die Wasserversorgung dienenden Dessauer Grundwasserarten zweckmäßig und nicht gesundheitsschädlich ist.

Die Versuche hatten also zunächst nur zu entscheiden, wie sich die Dessauer Wässer gegenüber Blei in den verschiedenen Stadien des Wasserwerksbetriebes ver-

[1]) Berichte der Deutschen chem. Gesellsch. Bd. 21, 1888, S. 2843 und Bd. 22, 1889, S. 1764.

halten, insbesondere vor und nach dem Zusatz der Natronlauge. Ferner war zu untersuchen, ob etwa zur Entfernung der freien Kohlensäure andere Mittel dem Zusatz von Natronlauge vorzuziehen seien.

1. Verhalten der beiden unveränderten Grundwässer gegen Blei.

Wie aus den Zusammenstellungen der Analysenresultate in Tabelle 1 (S. 338) ersichtlich ist, zeigen die beiden Rohwässer in ihrer Zusammensetzung bezüglich der gelösten festen Bestandteile, abgesehen vom Eisengehalt, der bei dem Grundwasser vom Exerzierplatz bedeutend höher ist als bei dem vom Kiebitzheger, nur kleine Unterschiede. Von gelösten Gasen war der Gehalt an freier Kohlensäure bei dem ersteren Wasser etwa doppelt so hoch als bei letzterem. Er betrug nämlich bei dem Grundwasser vom Exerzierplatz rund 40 mg in 1 Liter und bei dem vom Kiebitzheger rund 20 mg in 1 Liter. Diese Verschiedenheit ist für die Aufnahme von Blei nach den vorstehenden Erörterungen von Interesse.

In einer ersten Versuchsreihe sollten die beiden Grundwässer möglichst unverändert zur Einwirkung auf Blei gebracht werden. Von einer unmittelbaren Verbindung der erforderlichen Apparate mit der Heberleitung auf dem Exerzierplatz und mit der Rohrleitung des Quellschachtes auf dem Kiebitzheger mußte wegen technischer Schwierigkeiten Abstand genommen und die Anschlußstellen hinter die Pumpen verlegt werden. Der Betrieb des Wasserwerkes war während der Versuchstage derart eingerichtet, daß jedes der beiden Grundwässer durch eine besondere Pumpe gefördert wurde. Die Versuchsanordnung war so getroffen worden, daß eine Berührung des Wassers mit der atmosphärischen Luft möglichst ausgeschlossen war und auch der Druck nicht so weit vermindert wurde, daß eine Abscheidung der gelösten Gase in den Einwirkungsgefäßen stattfinden konnte.

Die benutzten Apparate sind Seite 345 beschrieben worden (Fig. 3 u. 4).

Um die Apparate anschließen zu können, waren die eisernen Druckrohre in der üblichen Weise unter Verwendung sogenannter Anbohrhähne durchbohrt worden. Nach Abstellung der Schieberventile wurden die Apparate so eingesetzt, daß die gläsernen Zuführungsröhren in der Mitte der Druckrohre endeten.

Das Grundwasser vom Exerzierplatz enthielt an der Entnahmestelle für die Versuche zwischen den Vorpumpen und der Enteisenungsanlage, ebenso wie im Sammelbrunnen keinen, oder doch nur Spuren von Sauerstoff. Bei acht Prüfungen wurden zweimal Spuren gefunden; doch ist nicht zu entscheiden, inwieweit Versuchsfehler in der einen oder der anderen Richtung hierbei in Betracht kommen. Der nach der Trillichschen Methode bestimmte Gehalt an freier Kohlensäure (berechnet auf CO_2) wurde zwischen 38,7 und 41,9 mg = 0,88 bis 0,95 Millimol im Liter gefunden (Tabelle 4). Dazu ist zu bemerken, daß diese an sich nicht bedeutenden Schwankungen reichlich innerhalb der Fehlergrenze der hierbei benutzten Methode (vergl. Seite 352) liegen. Im Mittel aus allen fünf Bestimmungen berechnen sich 39,8 mg = 0,90 Millimol in 1 Liter.

Tabelle 4[1]). Einwirkung des Grundwassers vom Exerzierplatz auf Blei.

Versuchsanordnung nach Fig. 3 und 4. Das Einwirkungsgefäß enthielt etwa 80 m Bleispäne von 1,5 mm Breite. Der Versuch wurde an Ort und Stelle ausgeführt und dauerte ununterbrochen vom 25. Mai 1904, 10 Uhr vormittags bis zum 28. Mai, 6 Uhr nachmittags.

Die Vorlage wurde alle acht Stunden gewechselt.

Einwirkungszeit		Wassermenge, die in je 8 Std. durch d. Einwirkungsgefäß in die Vorlage abfloß	Gelöste Bleimenge berechnet auf 1 l	Beschaffenheit des Wassers					Betriebszeiten der Wasserförderungsmaschine
Tag	Stunden			Gehalt an freier Kohlensäure (CO_2) in 1 l	Gehalt an Sauerstoff in 1 l	Temperatur °C.	Druck am oberen Ende des Entnahmeapparates	Zeit der Beobachtung[2])	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1904 25. Mai	Von 10 U. vorm. bis 6 U. nachm.	4,05 l	0,96 mg	— 41,9 mg —	— nicht nachweisbar —	10,9° — 11,0°	0,2 Atm. — 0,2 „	10 U. vorm. 11 „ „ 6 U. nachm	
	von 6 U. nachm. bis 2 U. vorm.	4,20 „	0,80 „	— —	— nicht nachweisbar	— —	0,05 „ —	1 U. vorm. 2 „ „	11 U. nachm. Maschine angehalt. 1½ U. vorm. Maschine in Betrieb gesetzt.
26. Mai	von 2 U. vorm. bis 10 U. vorm.	3,75 „	0,78 „						Von 4 bis 5 U. vorm. stand d. Maschine.
	von 10 U. vorm. bis 6 U. nachm.	3,75 „	0,67 „	38,7 „ —	„ —	11,2° 11,8°	0,2 „ 0,2 „	12 U. mittag 6 U. nachm.	
	von 6 U. nachm. bis 2 U. vorm.	3,75 „	0,69 „	—	nicht nachweisbar	—	—	2 U. vorm.	
27. Mai	von 2 U. vorm. bis 10 U. vorm.	4,10 „	0,61 „	39,4 „	Spur	12,8°	0,2 „	9 „ „	Von 1½ bis 2½ U. vorm. u. von 4 bis 5 U. vorm. stand d. Maschine.
	von 10 U. vorm. bis 6 U. nachm.	4,15 „	0,57 „	39,4 „	nicht nachweisbar	13,5°	0,2 „	6 U. nachm.	
	von 6 U. nachm. bis 2 U. vorm.	4,07 „	0,53 „						11½ U. nachmitt. Masch. angehalten.
28. Mai	von 2 U. vorm. bis 10 U. vorm.	3,65 „	0,43 „	—	nicht nachweisbar	11,7°	0,2 „	8 U. vorm.	1½ U. vorm. Maschine in Betrieb gesetzt. Von 4 bis 5 U. vorm. stand d. Maschine.
	von 10 U. vorm. bis 6 U. nachm.	4,20 „	0,45 „	39,4 „	Spur	12,5°	0,2 „	5 „ nachm.	

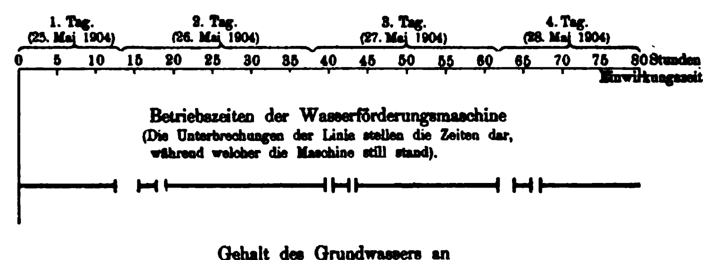
[1]) Vergl. hierzu Fig. 7.

[2]) Die in dieser Spalte stehenden Zeitangaben beziehen sich auf die auf derselben Zeile stehenden Angaben der Spalten 5 bis 8.

Die Bleimenge, welche von diesem Wasser unter den oben angegebenen Versuchsbedingungen in Lösung gebracht wurde (Tabelle 4, Spalte 4), betrug anfänglich 0,96 mg in 1 Liter[1]) und ging während der 80 stündigen Versuchsdauer bis auf 0,45, also etwa die Hälfte des Anfangswertes herab. Die Bleispäne waren nach Beendigung des Versuches blank und scheinbar unverändert.

Einwirkung des Grundwassers vom Exerzierplatz auf Blei.

(Graphische Darstellung zu Tabelle 4.)



Gehalt des Grundwassers an
Sauerstoff:
am 27.5., 9 U. vorm. u. am 28.5., 5 U. nachm. Spuren,
bei den übrigen Proben nicht nachweisbar.

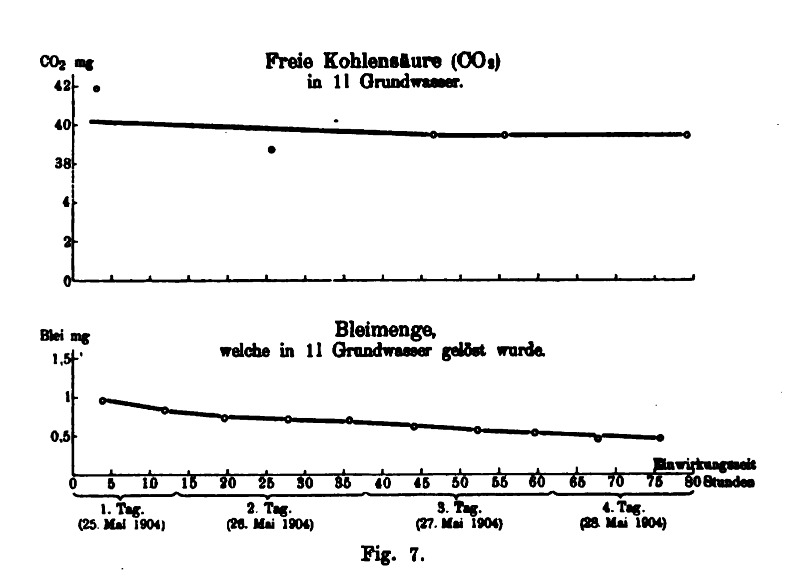


Fig. 7.

Bei der Untersuchung des Grundwassers vom Kiebitzheger konnte der Betrieb der Wasserförderungsmaschine nicht gleichmäßig durchgeführt werden, da einerseits infolge des herrschenden Niederwassers die Ergiebigkeit des Quellschachtes verringert war, und anderseits der Wasserverbrauch in der Stadt an den Versuchstagen infolge plötzlich eingetretener hoher Lufttemperatur so erheblich gestiegen war, daß die Anlage zur Wasserlieferung so weit als möglich in Anspruch genommen werden mußte. Die Wasserförderung aus dem (Kiebitzheger) Sammelbrunnen hinter dem Maschinenhause mußte jedesmal unterbrochen werden, wenn das Wasser im Brunnen soweit gefallen war, daß die Pumpe Luft mitsaugte. Schon einige Zeit vorher stieg der

[1]) Wegen der absoluten Bedeutung der Bleiwerte vergl. S. 351.

Tabelle 5[1]). Einwirkung des Grundwassers vom Kiebitzheger auf Blei.

Versuchsanordnung nach Fig. 3 und 4. Das Einwirkungsgefäß enthielt etwa 80 m Bleispäne von 1,5 mm Breite. Der Versuch wurde an Ort und Stelle ausgeführt und dauerte ununterbrochen vom 25. Mai 1904, 10 Uhr vorm. bis zum 28. Mai, 4 Uhr 45 nachmittags.

Die Vorlage wurde alle sechs bis acht Stunden gewechselt.

Einwirkungszeit		Wassermenge, die in je 6–8 Std. durch d. Einwirkungsgefäß in die Vorlage abfloß	Gelöste Bleimenge berechnet auf 1 l	Beschaffenheit des Wassers					Betriebszeiten der Wasserförderungsmaschine
Tag	Stunden			Gehalt an freier Kohlensäure (CO_2) in 1 l	Sauerstoff in 1 l	Temperatur °C.	Druck am oberen Ende des Entnahmeapparates	Zeit der Beobachtung	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1904 25. Mai	Von 10 U. vorm. bis 6 U. nachm.	3,95 l	0,87 mg	—	—	—	3,05 Atm.	10 U. vorm.	Von 1 bis 6 U. nachm. Maschine in Betrieb.
				19,6 mg	7,0 mg	10,8°	—	11 " "	
				—	1,6 "	—	—	2 U. 45 nachm	
				—	—	10,1°	—	3 " "	
	von 6 U. nachm. bis 2 U. vorm.	4,00 "	1,02 "	—	6,1 "	—	—	9 " "	
26. Mai	von 2 U. vorm. bis 10 U. vorm.	4,05 "	0,83 "						
	von 10 U. vorm. bis 6 U. nachm.	3,95 "	1,05 "	19,6 "	1,6 "	10,2°	3,4 "	12 U. mitt.	Von 10 U. vormitt. bis 8 U. nachm. Maschine in Betrieb.
				19,6 "	1,8 "	10,5°	3,4 "	5 U. 40 nachm.	
	von 6 U. nachm. bis 2 U. vorm.	4,00 "	0,71 "						
27. Mai	von 2 U. vorm. bis 8 U. 30 vorm.	3,05 "	0,60 "	19,2 "	6,7 "	—	—	8 U. 15 vorm.	
	von 8 U. 30 vorm. bis 4 U. 30 nachm	3,75 "	1,00 "	19,8 "	1,6 "	10,8°	3,4 "	9 " 15 "	Von 8 U. 30 vorm. bis 9 U. 30 nachm. Maschine in Betrieb.
	von 4 U. 30 nachm. bis 2 U. vorm.	5,00 "	0,89 "	19,7 "	1,6 "	10,2°	3,4 "	5 U. 45 nachm.	
				—	4,6 "	—	—	9 " "	
28. Mai	von 2 U. vorm. bis 8 U. vorm.	3,15 "	0,77 "	—	5,6 "	—	—	2 U. vorm.	
				18,6 "	6,6 "	11,2°	3,05 "	7 " 30 "	
	von 8 U. vorm. bis 4 U. 45 nachm.	4,30 "	0,92 "	19,6 "	1,9 "	—	—	8 U. 30 "	Von 8 U. vorm. bis 10 U. 30 nachm. Maschine in Betrieb.
				—	4,4 "	10,5°	3,4 "	4 " 10 nachm	
				19,6 "	5,1 "	—	—	4 " 45 "	

[1]) Vergl. hierzu Fig. 3.

Sauerstoffgehalt des Wassers erheblich an, weil dann einerseits das vom Quellschacht zuströmende Wasser Luft mitbrachte, und anderseits bei niedrigem Wasserstande im Sammelbrunnen die Ausflußöffnung des Dückerrohres höher lag als der Wasserspiegel, und das herabfallende Wasser reichlich mit Luft in Berührung kam. Während die Maschine stillstand, floß das in dem Druckrohre stehende Wasser durch den Apparat. Bei den Abmessungen dieses Rohres (ca. 1000 m Länge und 30 cm Durchmesser) war

Einwirkung des Grundwassers vom Kiebitzheger auf Blei.

(Graphische Darstellung zu Tabelle 5.)

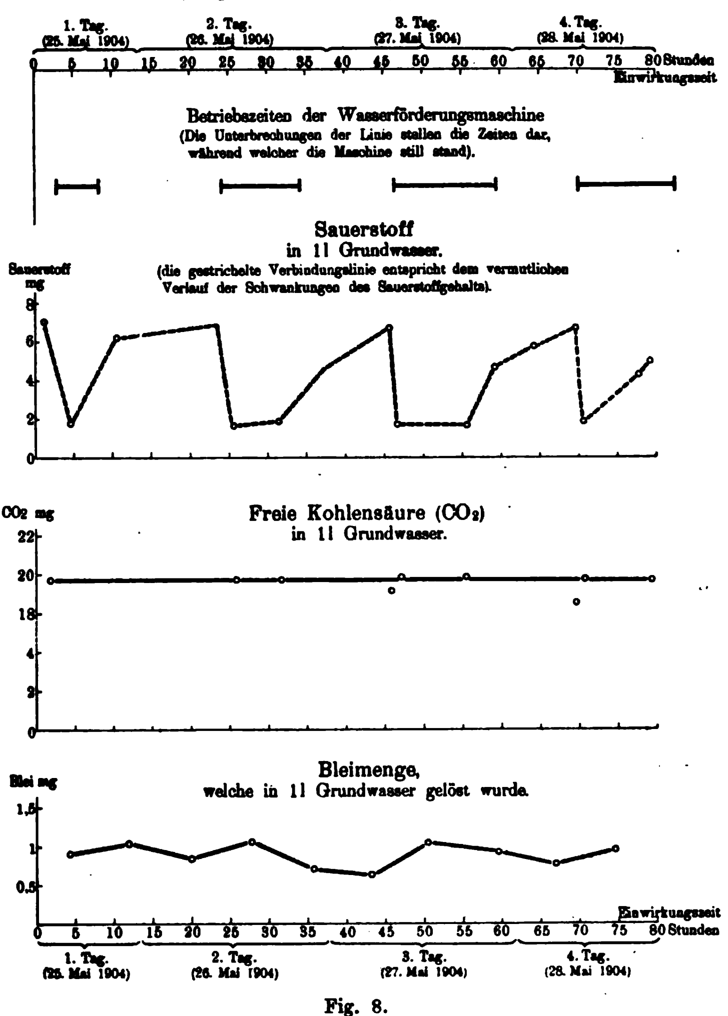


Fig. 8.

eine Zumischung von zurückfließendem, mit Natronlauge versetzten Reinwasser von der Stadt her nicht zu befürchten; die täglich mehrmals vorgenommene Bestimmung der freien Kohlensäure hätte auch das Hinzutreten solchen Wassers erkennen lassen.

Wie die Tabelle 5 zeigt, war der Gehalt an freier Kohlensäure im Kiebitzheger Wasser im Durchschnitt 19,5 mg in 1 Liter. Der Sauerstoffgehalt bewegte sich aus den angeführten Gründen in verhältnismäßig schnellem Wechsel zwischen 1,6 und

7 mg in 1 Liter. Die von dem Wasser aufgenommenen Bleimengen schwankten unregelmäßig zwischen 0,6 und 1,05 mg in 1 Liter[1]); daß sie trotz des viel niedrigeren Gehaltes an freier Kohlensäure im allgemeinen größer sind als bei dem Wasser vom Exerzierplatz, ist offenbar auf die Anwesenheit beachtenswerter Mengen von Sauerstoff zurückzuführen. Ein direkt erkennbarer Zusammenhang zwischen dem Sauerstoffgehalt und den jeweilig gelösten Bleimengen war bei den unregelmäßigen Verhältnissen nicht zu erwarten.

Eine Verschiedenheit im Verhalten der beiden Wässer gegenüber Blei gab sich auch äußerlich zu erkennen; während nämlich die Späne nach Beendigung des 80 stündigen Versuches mit dem Exerzierplatzwasser noch blank erschienen, waren sie durch Berührung mit dem Kiebitzheger Wasser kräftig blaugrau angelaufen.

Nachdem hierdurch das Verhalten der beiden Rohwässer gegen Blei festgestellt worden war, kam als nächste Aufgabe die Untersuchung dieser beiden Wasserarten nach Aufnahme größerer Sauerstoffmengen durch Berührung mit der atmosphärischen Luft in Betracht.

2. Verhalten der beiden Grundwässer gegen Blei, nach Aufnahme von Sauerstoff durch Berührung mit der atmosphärischen Luft.

Auf ihrem Wege durch das Wasserwerk bietet sich den beiden Grundwässern an verschiedenen Stellen Gelegenheit zur Aufnahme von atmosphärischer Luft. Beim Grundwasser vom Exerzierplatz wird zum Zwecke der Enteisenung die Sauerstoffaufnahme durch eine ausgiebige Lüftung herbeigeführt. Vom Kiebitzheger Wasser, welches übrigens, wie die Untersuchungen gezeigt haben, bereits im Quellschacht etwas Sauerstoff enthält, werden zeitweilig schon vor Eintritt in die Pumpen erhebliche Sauerstoff- (Luft-) mengen aufgenommen. Schließlich findet auch beim Durchgange durch die Wassertürme eine Berührung des Wassers mit der Luft statt.

In Anbetracht des Umstandes, daß für die Bleilösungsfähigkeit der Dessauer Wässer die gleichzeitige Anwesenheit der beiden Gase Sauerstoff und Kohlensäure zu berücksichtigen ist, soll auf experimentellem Wege zunächst beantwortet werden, wieviel Blei von jedem der beiden Wässer unter den beschriebenen Versuchsbedingungen gelöst wird, wenn Sauerstoff und Kohlensäure in denjenigen Mengen vorhanden sind, welche im Rohrnetze der Stadt unter der Voraussetzung zu erwarten wären, daß keine Zusätze zur Bindung der freien Kohlensäure gemacht werden. Einen Anhaltspunkt für die Menge des sich lösenden Sauerstoffs können diejenigen Werte geben, welche in dem filtrierten Reinwasser und dem Wasser aus dem Rohrnetze der Stadt gefunden worden sind (6,7 bis 8,2 mg in 1 Liter). Es sei bemerkt, daß diese Sauerstoffmengen noch erheblich hinter der Konzentration der Sättigung an Luft für die gegebenen Temperaturen zurückbleiben. Nach den Untersuchungen von L. W. Winkler (Ber. d. Deutsch. Chem. Ges., Bd. 22, 1889, S. 1764) berechnen sich für unter Atmosphärendruck mit Luft gesättigtes Wasser folgende Sauerstoffmengen, denen die tatsächlich im Dessauer Wasser gefundenen gegenübergestellt sind:

[1]) Wegen der absoluten Bedeutung der Bleiwerte vergl. S. 351.

Temperatur	Art der Wasserprobe	Sauerstoffgehalt	
		berechnet nach L. W. Winkler (ccm im Normalzustande)	gefunden
9,8°	Reinwasser am 21. Juli 1904 . . .	7,91 ccm = 11,29 mg in 1 l	7,4 mg in 1 l
10,3°	„ „ 16. Juni 1903 . . .	7,87 „ = 11,23 „ „ 1 l	7,9 „ „ 1 l
11,0°	Leitungswasser in der Stadt am 16. Juni 1903 .	7,69 „ = 10,99 „ „ 1 l	8,2 „ „ 1 l
13,0°	Leitungswasser in der Stadt am 21. Juli 1904 .	7,35 „ = 10,50 „ „ 1 l	6,7 „ „ 1 l

Der Gehalt des Grundwassers vom Exerzierplatz an freier Kohlensäure erfährt bei der Durchlüftung des Wassers eine bedeutende Abnahme; so enthielt bei der Untersuchung am 16. Juni 1903 das Rohwasser in 1 Liter 35,6 mg freie Kohlensäure, während im Reinwasser — dem an diesem Tage kein, oder doch nur eine unbedeutende Menge Kiebitzheger Wasser beigemischt sein konnte, — in 1 Liter nur 25,4 mg davon vorhanden waren. In dem Grundwasser vom Kiebitzheger, welches der Enteisenung nicht unterworfen wird, wurden in 1 Liter 14,9 und 19,0 mg freie Kohlensäure gefunden (vergl. Tabelle 1). Der Kohlensäuregehalt scheint nach den Untersuchungen Heyers (a. a. O. S. 22) mit dem Wasserstande der Mulde zu schwanken.

Diesen Ergebnissen entsprechend, wurden bei den folgenden Versuchen die Wässer auf einen Gehalt von etwa 8 mg Sauerstoff und bis zu etwa 30 mg Kohlensäure in 1 Liter gebracht.

Als Material für die in den Tabellen 6, 7 und 8 zusammengestellten Versuche dienten Proben der Rohwässer, die am 26. Mai 1904 aus dem Sammelbrunnen der Heberleitung vom Exerzierplatz und aus dem Quellschacht auf dem Kiebitzheger geschöpft worden waren. Durch diese Wässer wurde reine, filtrierte Luft, die vor dem Fenster des Laboratoriums entnommen wurde, hindurchgesaugt, wobei der Sauerstoff auf etwa 8 mg in 1 Liter anstieg. Nach dem Abfiltrieren des ausgeschiedenen Eisenhydroxydes wurde der Gehalt an freier Kohlensäure, der infolge der Durchlüftung stark vermindert worden war, auf etwa 30 mg in 1 Liter gebracht. Zu diesem Zwecke wurde ein kleiner Teil des betreffenden Wassers mit reiner Kohlensäure gesättigt und von dieser Lösung der Hauptmenge soviel zugesetzt, bis der gewünschte Gehalt erreicht worden war.

Jede Versuchsreihe erstreckte sich über 3 bis 4 Tage. Das Wasser floß hierbei mit einer Geschwindigkeit von 0,5 Liter in 1 Stunde durch die mit Bleispänen beschickten Apparate. Die Temperatur wurde durch Kühlung mit Wasserleitungswasser auf etwa 13° gehalten. Während nun bei den Versuchen mit diesen beiden Wässern die Durchlüftung und Einstellung des Kohlensäuregehaltes im Laboratorium vorgenommen worden war, wurde weiterhin noch eine Versuchsreihe mit dem enteisenten und filtrierten Wasser aus dem Reinwasserbassin ausgeführt (Tab. 7). Die

Probe war zwar unter entsprechenden Vorsichtsmaßregeln[1]) entnommen worden, um den Gasgehalt möglichst unverändert zu lassen; immerhin war es nicht zu vermeiden gewesen, daß der Sauerstoffgehalt von 7,4 auf 8,0 mg in 1 Liter heraufging, wogegen die Menge der freien Kohlensäure von 27,9 auf 21,0 mg in 1 Liter abnahm. Dieses Wasser wurde so verwendet, wie es im Laboratorium eintraf.

Einwirkung des Grundwassers vom Exerzierplatz auf Blei nach künstlicher Zuführung von Sauerstoff.

(Graphische Darstellung zu Tabelle 6.)

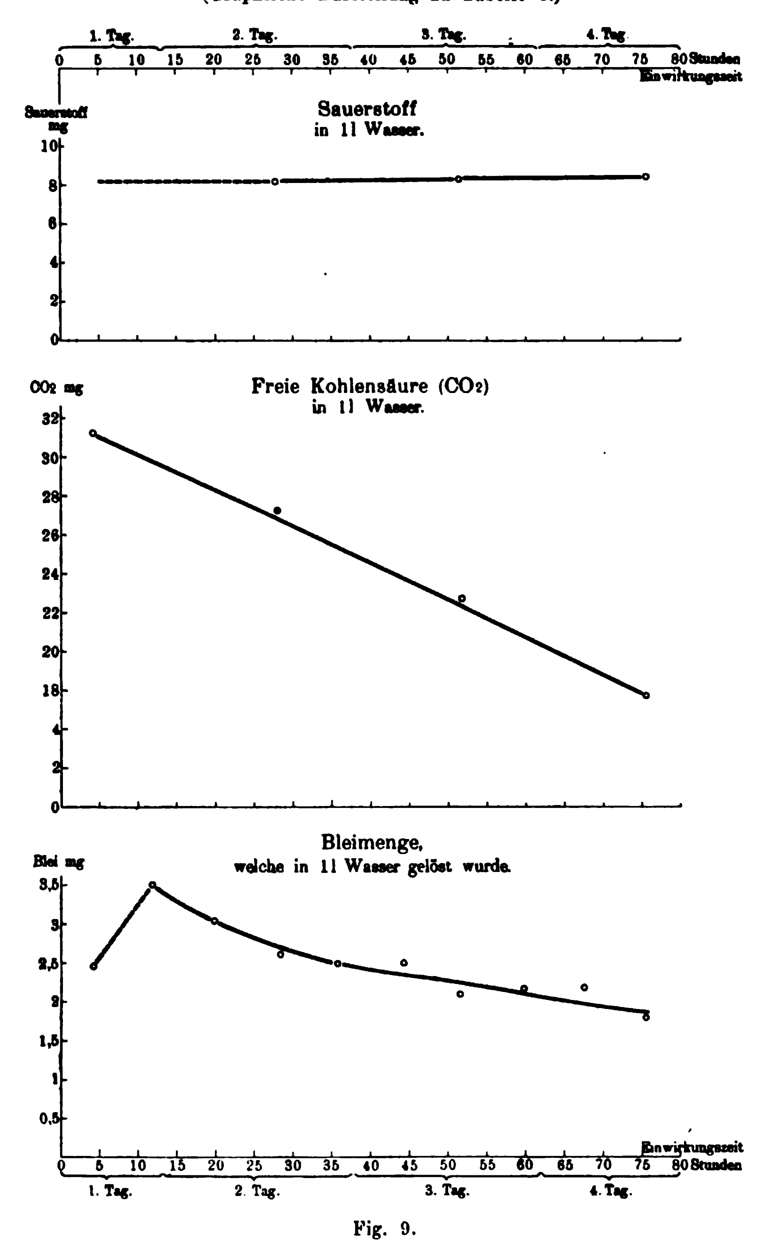


Fig. 9.

[1]) Der Ballon wurde fast bis unter den Stopfen gefüllt. Die Füllung geschah mittels eines Trichters, dessen Rohr bis auf den Boden des Ballons reichte. Das zuerst eingeflossene Wasser wurde durch Nachgießen verdrängt.

Tabelle 6[1]). Einwirkung des Grundwassers vom Exerzierplatz auf Blei nach künstlicher Zuführung von Sauerstoff.

Versuchsanordnung nach Fig. 1 und 2. Das Einwirkungsgefäß enthielt etwa 80 m Bleispäne von 1,5 mm Breite. Das Grundwasser für diese Versuchsreihe wurde am 26. Mai 1904 aus dem Sammelbrunnen der Heberleitung entnommen und im Laboratorium des Kaiserlichen Gesundheitsamtes auf den entsprechenden Sauerstoffgehalt gebracht.

Einwirkungszeit		Wassermenge, die in je 8 Std. durch das Einwirkungsgefäß in die Vorlage abfloß	Gehalt an Sauerstoff in 1 l	Gehalt an freier Kohlensäure (CO_2) in 1 l	Gelöste Bleimenge berechnet auf 1 l	Bemerkungen
Tag	Stunden					
1. Tag	Von 9 Uhr vorm. bis 5 Uhr nachm.	3,98 l	—	31,0 mg	2,41 mg	Die Temperatur schwankte bei dieser Versuchsreihe zwischen 12,5 und 14,7°; im Mittel betrug sie 13,7°.
	von 5 Uhr nachm. bis 1 Uhr vorm.	4,15 „	—	—	3,46 „	
2. Tag	von 1 Uhr vorm. bis 9 Uhr vorm.	4,20 „	—	—	3,03 „	
	von 9 Uhr vorm. bis 5 Uhr nachm.	4,15 „	8,1 mg	27,0 „	2,62 „	
	von 5 Uhr nachm. bis 1 Uhr vorm.	4,15 „	—	—	2,47 „	
3. Tag	von 1 Uhr vorm. bis 9 Uhr vorm.	4,17 „	—	—	2,46 „	
	von 9 Uhr vorm. bis 5 Uhr nachm.	4,08 „	8,3 „	22,5 „	2,09 „	
	von 5 Uhr nachm. bis 1 Uhr vorm.	4,10 „	—	—	2,14 „	
4. Tag	von 1 Uhr vorm. bis 9 Uhr vorm.	4,19 „	—	—	2,18 „	
	von 9 Uhr vorm. bis 5 Uhr nachm.	4,05 „	8,8 „	17,5 „	1,77 „	

Tabelle 7[2]). Einwirkung von enteisentem Wasser aus dem Reinwasserbassin auf Blei.

Versuchsanordnung nach Fig. 1 und 2. Das Einwirkungsgefäß enthielt etwa 80 m Bleispäne von 1,5 mm Breite. Die Wasserprobe für diese Versuchsreihe wurde am 21. Juli 1904 entnommen.

Einwirkungszeit		Wassermenge, die in je 8 Std. durch das Einwirkungsgefäß in die Vorlage abfloß	Gehalt an Sauerstoff in 1 l	Gehalt an freier Kohlensäure (CO_2) in 1 l	Gelöste Bleimenge berechnet auf 1 l	Bemerkungen
Tag	Stunden					
1. Tag	Von 9 Uhr vorm. bis 5 Uhr nachm.	3,55 l	8,0 mg	21,0 mg	1,54 mg	Die Temperatur schwankte bei dieser Versuchsreihe zwischen 19,0[3]) u. 12,8°; im Mittel betrug sie 13,1°.
	von 5 Uhr nachm. bis 1 Uhr vorm.	3,43 „	—	—	1,89 „	

[1]) Vergl. hierzu Fig. 9.
[2]) Vergl. hierzu Fig. 10.
[3]) Die Temperatur von 19,0 trat am 2. Versuchstage während einiger Stunden infolge Absperrung des Kühlwassers (Wasserleitung) ein.

Einwirkungszeit		Wassermenge, die in je 8 Std. durch das Einwirkungsgefäß in die Vorlage abfloß	Gehalt an Sauerstoff in 1 l	Gehalt an freier Kohlensäure (CO_2) in 1 l	Gelöste Bleimenge berechnet auf 1 l	Bemerkungen
Tag	Stunden					
2. Tag	von 1 Uhr vorm. bis 9 Uhr vorm.	4,00 l	—	—	1,60 mg	
	von 9 Uhr vorm. bis 5 Uhr nachm.	4,21 „	8,1 mg	16,9 mg	1,46 „	
	von 5 Uhr nachm. bis 1 Uhr vorm.	4,00 „	—	—	1,45 „	
3. Tag	von 1 Uhr vorm. bis 9 Uhr vorm.	4,07 „	—	—	1,41 „	
	von 9 Uhr vorm. bis 5 Uhr nachm.	4,10 „	8,2 „	—	1,27 „	
	von 5 Uhr nachm. bis 1 Uhr vorm.	4,25 „	—	—	1,19 „	
4. Tag	von 1 Uhr vorm. bis 9 Uhr vorm.	4,25 „	—	—	1,16 „	
	von 9 Uhr vorm. bis 5 Uhr nachm.	4,16 „	8,1 „	10,6 „	1,05 „	

Tabelle 8[1]). Einwirkung des Grundwassers vom Kiebitzheger auf Blei nach künstlicher Zuführung von Sauerstoff.

Versuchsanordnung nach Fig. 1 und 2. Das Einwirkungsgefäß enthielt etwa 80 m Bleispäne von 1,5 mm Breite. Das Grundwasser für diese Versuchsreihe wurde am 26. Mai 1904 aus dem Kiebitzheger Quellschacht entnommen und im Laboratorium des Kaiserlichen Gesundheitsamtes auf den entsprechenden Sauerstoffgehalt gebracht.

Einwirkungszeit		Wassermenge, die in je 8 Std. durch das Einwirkungsgefäß in die Vorlage abfloß	Gehalt an Sauerstoff in 1 l	Gehalt an freier Kohlensäure (CO_2) in 1 l	Gelöste Bleimenge berechnet auf 1 l	Bemerkungen
Tag	Stunden					
1. Tag	Von 9 Uhr vorm. bis 5 Uhr nachm.	3,84 l	9,0 mg	29,2 mg	2,68 mg	Die Temperatur schwankte bei dieser Versuchsreihe zwischen 12,4 und 14,2°; im Mittel betrug sie 12,8°.
	von 5 Uhr nachm bis 1 Uhr vorm.	4,06 „	—	—	2,54 „	
2. Tag	von 1 Uhr vorm. bis 9 Uhr vorm.	4,22 „	—	—	2,20 „	
	von 9 Uhr vorm. bis 5 Uhr nachm.	4,04 „	9,4 „	25,5 „	1,92 „	
	von 5 Uhr nachm. bis 1 Uhr vorm.	4,13 „	—	—	1,90 „	
3. Tag	von 1 Uhr vorm. bis 9 Uhr vorm.	4,07 „	—	—	1,90 „	

[1]) Vergl. hierzu Fig. 11.

Einwirkung von enteisentem Wasser aus dem Reinwasserbassin auf Blei.

(Graphische Darstellung zu Tabelle 7.)

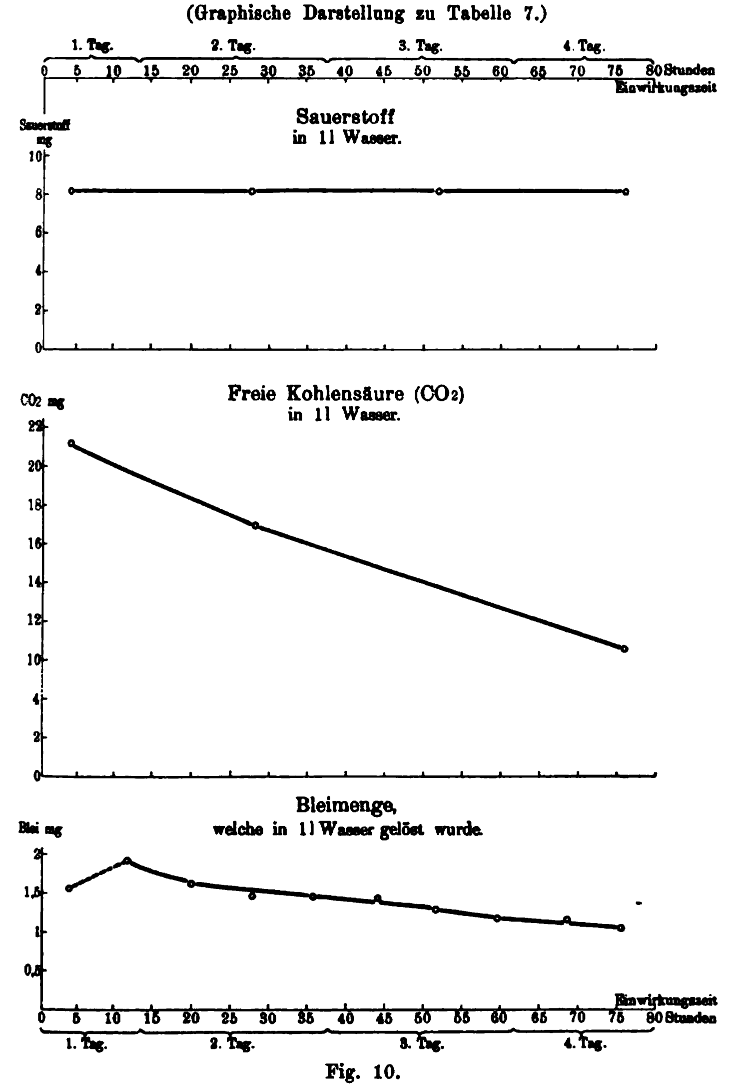


Fig. 10.

Einwirkung des Grundwassers vom Kiebitzheger auf Blei nach künstlicher Zuführung von Sauerstoff.

(Graphische Darstellung zu Tabelle 8.)

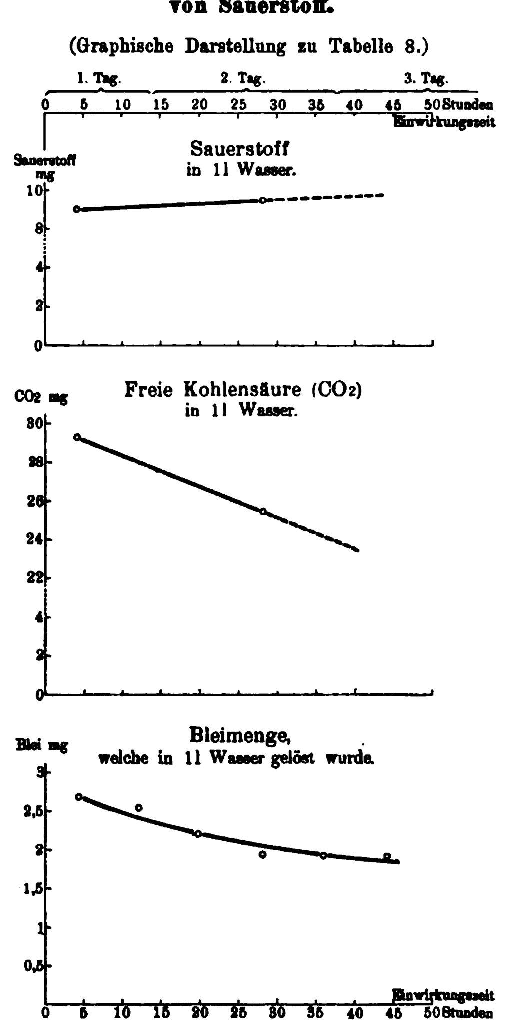


Fig. 11.

Aus den Tabellen 6, 7 und 8 geht hervor, daß der Sauerstoffgehalt bei allen drei Versuchen annähernd der gleiche war, nämlich 8,0 bis 9,4 mg in 1 Liter. Der Kohlensäuregehalt hingegen war sehr verschieden hoch und ging bei jeder Versuchsreihe von einem höchsten Anfangswert beständig zurück. Letzteres ist darauf zurückzuführen, daß Kohlensäure aus dem Wasser in den Luftraum übertrat, der sich beim Leerlaufen der Vorratsgefäße infolge des Zutritts der Außenluft durch das Mariottesche Rohr fortwährend vergrößerte.

Die Bleimengen[1]), welche von den Wässern aufgenommen wurden, zeigen sowohl bei dem im Laboratorium auf seinen Gasgehalt eingestellten Grundwasser vom Exerzierplatz als auch bei der aus dem Reinwasserbassin geschöpften Probe, von der ersten

[1]) Wegen der absoluten Bedeutung der Bleiwerte vergl. S. 351.

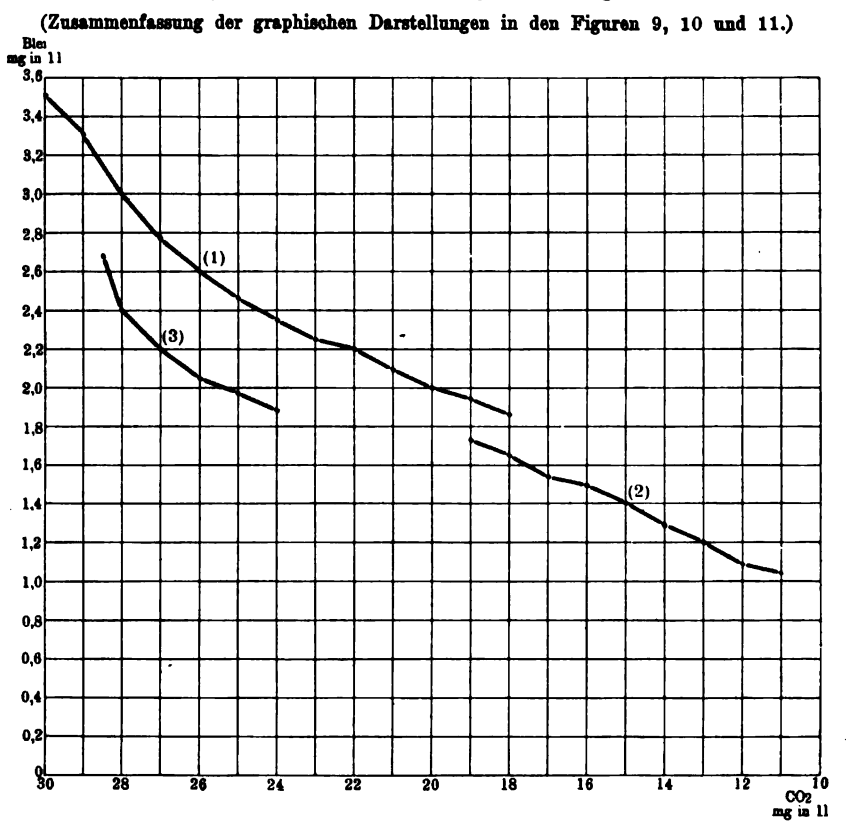
zur zweiten 8 stündigen Versuchsperiode einen Anstieg (vergl. Tabelle 6 und 7, Spalte 6 und die graphischen Darstellungen Fig. 9 und 10); dann aber einen ziemlich gleichmäßig verlaufenden Abfall, sodaß, abgesehen von der geringeren Bleilösung in den ersten Stunden, ein unverkennbarer Zusammenhang zwischen der freien Kohlensäure und der gelösten Bleimenge bemerkbar wird.

Beim Kiebitzheger Wasser waren die ermittelten Bleiwerte um einige Zehntel mg in 1 Liter niedriger als bei dem Wasser vom Exerzierplatz. Daß das Kiebitzheger Wasser etwas weniger Blei löst, dürfte auf die schon erwähnte Schutzwirkung der Hydrokarbonate zurückzuführen sein, die in diesem Wasser nach Tabelle 1 reichlicher vorhanden sind als in dem Wasser vom Exerzierplatz.

Um den Einfluß verschiedener Mengen freier Kohlensäure besser zum Ausdruck zu bringen, wurden in Fig. 12 die graphischen Darstellungen der Figuren 9, 10 und 11 in der Weise übertragen, daß (unter Weglassung der beiden Anfangswerte von Tabelle 6 und 7) die Abszissen den Gehalt an freier Kohlensäure, die Ordinaten die gelösten Bleimengen bedeuten.

Beziehungen zwischen gelöster Bleimenge und Gehalt an freier Kohlensäure (CO_2) bei Dessauer Wässern, welche annähernd die gleiche Menge Sauerstoff enthielten.

(Zusammenfassung der graphischen Darstellungen in den Figuren 9, 10 und 11.)



1. Grundwasser vom Exerzierplatz, im Laboratorium auf den entsprechenden Sauerstoffgehalt gebracht.
2. Exerzierplatzwasser aus dem Reinwasserbassin.
3. Grundwasser vom Kiebitzheger, im Laboratorium auf den entsprechenden Sauerstoffgehalt gebracht.

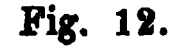


Fig. 12.

Die Fig. 12 zeigt, daß bei Kohlensäuremengen zwischen 30 und 10 mg in 1 Liter die gelöste Bleimenge mit dem Kohlensäuregehalt kontinuierlich abnimmt, wobei sich die Kurven der beiden Versuchsreihen mit dem Exerzierplatzwasser und Reinwasser in guter Übereinstimmung ergänzen. Die Bleimengen beim Kiebitzheger Wasser bleiben, wie schon erwähnt, hinter denjenigen, welche mit dem Exerzierplatzwasser bei gleicher Kohlensäuremenge erhalten worden sind, etwas zurück.

Im Vergleich mit der Wirkung des sauerstoffreien Rohwassers vom Exerzierplatz aut Blei (Tab. 4) zeigen die vorstehenden Versuchsreihen, daß die Mitwirkung des Sauerstoffs bei der Auflösung des Bleies wesentlich ist, denn 1 Liter Exerzierplatzwasser löste vor der Aufnahme von Sauerstoff trotz eines Gehaltes von 40 mg Kohlensäure im Maximum des 80 stündigen Versuches nur 0,96 mg Blei; nach der Aufnahme von etwa 8 mg Sauerstoff jedoch löste dasselbe Wasser bei einem Gehalte von rund 30 mg Kohlensäure 3,5 mg Blei, und bei einem Gehalte von 10,6 mg Kohlensäure noch 1,05 mg Blei auf.

Die Versuche mit dem Kiebitzheger Rohwasser können aus den Seite 359 angeführten Gründen zu einem eingehenderen Vergleich nicht herangezogen werden. Die Versuche lassen nur erkennen, daß auch dieses Wasser bei höherem Kohlensäure- und Sauerstoffgehalt mehr Blei löst, als bei Anwesenheit geringerer Mengen beider Gase. Hiernach können die Versuchsergebnisse dieses Abschnittes dahin zusammengefaßt werden:

1. Das Bleilösungsvermögen der Rohwässer wird durch Aufnahme von Sauerstoff bei der Berührung mit atmosphärischer Luft erhöht.

2. Bei gleichzeitiger Anwesenheit von Sauerstoff und freier Kohlensäure, also in dem enteisenten „Reinwasser" nimmt das Bleilösungsvermögen mit sinkendem Gehalt an freier Kohlensäure ab.

Da mit einer Entfernung des Sauerstoffs in der Praxis nicht zu rechnen ist, kann es sich nur darum handeln, den Gehalt an freier Kohlensäure möglichst herabzusetzen, wie dies z. B. durch den Zusatz von Natronlauge geschieht. Es wäre also nunmehr zu prüfen, welche Wirkung die auf diese Weise bewirkte Verminderung der freien Kohlensäure in den lufthaltigen Wässern auf deren bleilösende Eigenschaft ausübt.

3. Verhalten des aus dem Rohrnetz der Stadt entnommenen, mit Natronlauge versetzten Wassers gegen Blei.

Im vorigen Abschnitt ist die bleilösende Eigenschaft der beiden Rohwässer nach Aufnahme von Sauerstoff durch Berührung mit der atmosphärischen Luft festgestellt worden, wobei auch eine aus dem Reinwasserbassin entnommene Probe zur Untersuchung gekommen ist.

Bevor das Reinwasser in das Stadtrohrnetz gelangt, wird ihm zur Beseitigung seiner bleilösenden Eigenschaft (ebenso auch dem zeitweilig direkt in das Stadtrohrnetz gedrückten Wasser vom Kiebitzheger) gegenwärtig Natronlauge in solcher Menge zugesetzt, daß die freie Kohlensäure bis auf einige Milligramm im Liter gebunden, d. h. in Hydrokarbonat übergeführt wird.

Die in dem so „korrigierten" Wasser verbleibende Menge der freien Kohlensäure ist infolge der eigenartigen Betriebsverhältnisse gewissen Schwankungen unterworfen.

Nach Angabe von Heyer waren z. B. die monatlichen Durchschnittswerte für das enteisente Reinwasser nach der Korrektion im Jahre 1903 im Juli 8,20, im August 7,40, im September 5,57, im Oktober 6,38, im November 5,23 mg Kohlensäure in 1 Liter. Am 15. Juni desselben Jahres betrug der Säuregehalt 9,2 mg („schon zu hoch“ nach Heyer), er war am 17. bezw. 18. Juni auf 15,2 bezw. 16,7 mg gestiegen und dann im Verlaufe der nächsten Tage wieder auf 8,4 und 8,6 mg herabgegangen. Um das Verhalten des durch Natronlauge „korrigierten“ Leitungswassers, so wie es mit den bleiernen Hausanschlüssen der Stadt in Berührung kommt, unter den hier benutzten Versuchsbedingungen kennen zu lernen, wurde am 21. Juli 1904 aus einem, im Hofe des Rathauses befindlichen Wasserpfosten nach etwa halbstündigem Ablaufenlassen in der auf Seite 362 angegebenen Weise eine Wasserprobe entnommen. (Wegen der Zusammensetzung vergl. Tabelle 1.)

Das Wasser wurde in dem Zustande in Versuch genommen, in welchem es im Laboratorium des Gesundheitsamtes eintraf. Durch den Transport war eine kleine Erhöhung des Sauerstoffgehaltes (von 6,7 auf 7,0 mg in 1 Liter) eingetreten. Der Gehalt an freier Kohlensäure war unverändert 7,7 mg in 1 Liter geblieben.

Tabelle 9. Einwirkung von „korrigiertem“ Dessauer Wasserleitungswasser auf Blei.

(Die „Korrektur“ war auf dem Wasserwerke nach den Angaben von Prof. Heyer durch Zusatz von Natronlauge erfolgt.) Die Wasserprobe für diese Versuchsreihe wurde am 21. Juli 1904 aus einem, im Hofe des Rathauses befindlichen Wasserpfosten entnommen. Versuchsanordnung nach Fig. 1 und 2. Das Einwirkungsgefäß enthielt etwa 80 m Bleispäne von 1,5 mm Breite.

Einwirkungszeit		Wassermenge, die in je 8 Std. durch das Einwirkungsgefäß in die Vorlage abfloß	Gehalt an Sauerstoff in 1 l	Gehalt an freier Kohlensäure (CO_2) in 1 l	Gelöste Bleimenge berechnet auf 1 l	Bemerkungen
Tag	Stunden					
1. Tag	Von 9 Uhr vorm. bis 5 Uhr nachm.	3,95 l	7,0 mg	7,7 mg	0,58 mg	Die Temperatur schwankte bei dieser Versuchsreihe zwischen 12,4 und 15,8°; im Mittel betrug sie 13,1°.
	von 5 Uhr nachm. bis 1 Uhr vorm.	3,85 „	—	—	0,87 „	
2. Tag	von 1 Uhr vorm. bis 9 Uhr vorm.	3,90 „	—	—	0,78 „	
	von 9 Uhr vorm. bis 5 Uhr nachm.	4,10 „	7,9 „	6,8 „	0,71 „	
	von 5 Uhr nachm. bis 1 Uhr vorm.	4,00 „	—	—	0,61 „	
3. Tag	von 1 Uhr vorm. bis 9 Uhr vorm.	4,15 „	—	—	0,57 „	
	von 9 Uhr vorm. bis 5 Uhr nachm.	4,00 „	8,2 „	5,4 „	0,57 „	
	von 5 Uhr nachm. bis 1 Uhr vorm.	4,07 „	—	—	0,54 „	
4. Tag	von 1 Uhr vorm. bis 9 Uhr vorm.	4,07 „	—	—	0,44 „	
	von 9 Uhr vorm. bis 5 Uhr nachm.	4,00 „	8,3 „	4,5 „	0,46 „	

Wie aus Tabelle 9 hervorgeht, betrug die gelöste Bleimenge in der zweiten 8stündigen Versuchsperiode 0,87 mg in 1 Liter[1]) und ging im Verlaufe der 80stündigen Dauer des ganzen Versuches auf 0,45 mg in 1 Liter herab. Der Gehalt an freier Kohlensäure war in der nämlichen Zeit von 7,7 auf 4,5 mg in 1 Liter zurückgegangen. Das nicht korrigierte Reinwasser (vergl. Tabelle 7) hatte bei einem Gehalt von etwa 20 mg Kohlensäure noch 1,9 mg Blei gelöst, während es bei 27 mg Kohlensäure, d. h. so wie es bei der Probenentnahme beschaffen war, nach Extrapolation aus Figur 6 etwa 2,5 mg gelöst haben würde.

Die Versuchsreihe mit dem „korrigierten" Leitungswasser läßt also erkennen, daß durch den Zusatz der Natronlauge eine beträchtliche Herabsetzung der bleilösenden Eigenschaft des Dessauer Reinwassers bewirkt wird. Sie läßt aber auch erkennen, daß die freie Kohlensäure selbst in denjenigen Mengen, welche bei der praktischen Ausführung des Verfahrens in dem Wasser zurückbleiben, noch einen merklichen Einfluß auf die Menge des in Lösung gehenden Bleies ausübt.

Wenn also die Wirksamkeit des zur Zeit in Dessau angewandten Korrektionsmittels durch diese Versuchsreihe bestätigt wird, so war doch noch zu prüfen, ob andere Verfahren zur Entfernung der Hauptmenge der freien Kohlensäure vielleicht dem Zusatze von Natronlauge vorzuziehen seien.

4. Versuche über die Wirksamkeit des Natronlaugezusatzes im Vergleich zu anderen Verfahren zur Entfernung der freien Kohlensäure.

Maßnahmen zur Beseitigung der Bleiaufnahmefähigkeit des Dessauer Trinkwassers, welche auf der chemischen Bindung der freien Kohlensäure beruhen, werden seitens der Stadtverwaltung schon seit dem Jahre 1887 in zielbewußter Weise ausgeführt. Schon zu jener Zeit hatte Heyer[2]) durch seine Arbeiten über die Beseitigung der bleilösenden Eigenschaft des Kiebitzheger Wassers erkannt, daß der freien Kohlensäure hierfür eine wesentliche Bedeutung zukommt. Nach Versuchen mit Kalkstein, Ätzkalk, Magnesit, Ätzmagnesia, Soda und Natronlauge wurde von 1888 bis 1896 im wesentlichen pulverisierter Kalkspat (kohlensaurer Kalk, Calciumkarbonat) benutzt. Solange nur das Grundwasser vom Kiebitzheger zur Verwendung gelangte, wurde der angestrebte Zweck durch diesen Zusatz in befriedigender Weise erreicht. Als aber seit der Erweiterung des Wasserwerkes im Jahre 1896 das Grundwasser vom Exerzierplatz herangezogen wurde, gaben technische Gründe (Einschaltung der Enteisenungsanlage) dazu Veranlassung, an Stelle von Kalkspat, der dem Wasser in fester Form zugesetzt werden mußte, zur Anwendung von Flüssigkeiten überzugehen. Zunächst wurde eine Lösung von Natriumkarbonat (Sodalösung) und später eine solche von Natriumhydroxyd (Natronlauge) zur Bindung der freien Kohlensäure benutzt. Die beiden letztgenannten Stoffe verhalten sich insofern gleichartig, als sie, mit freier Kohlensäure in Berührung gebracht, zur Bildung ein und desselben Salzes (Natriumhydrokarbonat) führen, wenn die Gewichtsverhältnisse entsprechend gewählt werden.

[1]) Wegen der absoluten Bedeutung der Bleiwerte vergl. S. 351.
[2]) Ursachen und Beseitigung des Bleiangriffs durch Leitungswasser. Dessau 1888. S. 2.



Bezüglich der Menge des entstehenden Hydrokarbonats geht aus den chemischen Gleichungen:

$$1.\quad CO_2 + NaOH = {Na \atop H}\!>\!CO_3$$

$$2.\quad CO_2 + Na_2CO_3 + H_2O = 2\,{Na \atop H}\!>\!CO_3$$

hervor, daß bei der Bindung der gleichen Menge freier Kohlensäure durch Natriumkarbonat die doppelte Menge Natriumhydrokarbonat entsteht als bei Verwendung von Natriumhydroxyd. Bindet man daher in ein und demselben Wasser die freie Kohlensäure einmal durch Natronlauge, ein anderes Mal durch Soda bis auf denselben Restbetrag, so ist die Möglichkeit gegeben, daß in letzterem Falle die früher erwähnte Schutzwirkung des Natriumhydrokarbonats noch mehr hervortritt. Zur Prüfung dieser Frage wurden Versuche angestellt, bei denen die Bindung der freien Kohlensäure erst im Laboratorium vorgenommen wurde. Die bei diesen Versuchen verwendeten Wasserproben waren unter den Seite 359 angegebenen Bedingungen am 21. Juli 1904 aus dem Reinwasserbassin des Dessauer Wasserwerkes entnommen worden. Das Reinwasser bestand nach Angabe des Maschinenmeisters zur Zeit der Entnahme nur aus enteisentem filtrierten Wasser vom Exerzierplatz. Es kam im Laboratorium des Gesundheitsamtes mit einem Gehalt von 21 mg freier Kohlensäure in 1 Liter an, während bei der Entnahme 27,9 mg davon vorhanden gewesen waren.

Die Bleilösungsfähigkeit des Reinwassers bei einem Gehalte von etwa 20 mg freier Kohlensäure in 1 Liter und ohne Zusatz ist bereits aus Tabelle 7 bekannt. 1 Liter löste in der zweiten 8 stündigen Versuchsperiode 1,89 mg Blei. Nun wurde je eine Versuchsreihe mit Reinwasser angestellt, in welchem durch Zusatz von chemisch reinem Natriumhydroxyd einerseits und ebensolchem Natriumkarbonat anderseits die freie Kohlensäure bis auf einen titrimetrisch ermittelten Rest von 3,7 mg in 1 Liter gebunden worden war. Während der 80 stündigen Versuchsdauer ging der Gehalt an Kohlensäure noch weiter herab.

Die gelösten Bleimengen waren in beiden Fällen fast genau die gleichen. In der zweiten 8 stündigen Versuchsperiode wurden (als höchste Werte) bei Natriumhydroxydzusatz 0,42 und bei Natriumkarbonatzusatz 0,44 mg Blei in 1 Liter gefunden, während am Schlusse der 80 stündigen Versuche bei einem Gehalt von 2,1 bezw. 2,6 mg freier Kohlensäure nur noch 0,29 bezw. 0,28 mg Blei in Lösung gegangen waren. Der durch die beiden Zusätze bedingte Unterschied im Hydrokarbonatgehalt hatte demnach unter den gegebenen Bedingungen keinen sicher erkennbaren Einfluß auf die Menge des in Lösung gehenden Bleies ausgeübt, so daß der theoretisch mögliche Vorteil der Anwendung von Soda in der Praxis nicht oder doch nicht bemerkenswert in Erscheinung treten würde.

Die Abnahme der sich lösenden Bleimenge in den obigen Versuchsreihen ist auch hier mit dem Rückgang an freier Kohlensäure in Zusammenhang zu bringen. Im Einklange mit dieser Auffassung war bei den späteren Versuchen mit durchlüftetem Wasser (vergl. weiter unten), wo der Kohlensäuregehalt während der Versuchsdauer keine wesentliche Änderung erlitt, auch die charakteristische Abnahme der Bleimengen nicht zu bemerken.

Tabelle 10. Bleilösungsfähigkeit von Wasser aus dem Dessauer Reinwasserbassin, bei welchem der Gehalt an freier Kohlensäure (CO_2) durch Zusatz von 16 mg Natriumhydroxyd von 21 mg auf 3,7 mg in 1 l herabgesetzt wurde.

Versuchsanordnung nach Fig. 1 und 2. Das Einwirkungsgefäß enthielt etwa 80 m Bleispäne von 1,5 mm Breite. Die Wasserprobe für diese Versuchsreihe wurde am 21. Juli 1904 entnommen.

Einwirkungszeit		Wassermenge, die in je 8 Std. durch das Einwirkungsgefäß in die Vorlage abfloß	Gehalt an Sauerstoff in 1 l	Gehalt an freier Kohlensäure (CO_2) in 1 l	Gelöste Bleimenge berechnet auf 1 l	Bemerkungen
Tag	Stunden					
1. Tag	Von 9 Uhr vorm. bis 5 Uhr nachm.	3,81 l	8,3 mg	3,7 mg	0,40 mg	Die Temperatur schwankte bei dieser Versuchsreihe zwischen 12,4 und 14,7°; im Mittel betrug sie 13,5°.
	von 5 Uhr nachm. bis 1 Uhr vorm.	4,08 „	—	—	0,42 „	
2. Tag	von 1 Uhr vorm. bis 9 Uhr vorm.	4,17 „	—	—	0,40 „	
	von 9 Uhr vorm. bis 5 Uhr nachm.	3,95 „	8,5 „	2,5 „	0,38 „	
	von 5 Uhr nachm. bis 1 Uhr vorm.	4,06 „	—	—	0,39 „	
3. Tag	von 1 Uhr vorm. bis 9 Uhr vorm.	4,17 „	—	—	0,35 „	
	von 9 Uhr vorm. bis 5 Uhr nachm.	4,15 „	8,5 „	2,1 „	0,32 „	
	von 5 Uhr nachm. bis 1 Uhr vorm.	4,05 „	—	—	0,32 „	
4. Tag	von 1 Uhr vorm. bis 9 Uhr vorm.	4,15 „	—	—	0,30 „	
	von 9 Uhr vorm. bis 5 Uhr nachm.	3,92 „	8,6 „	2,1 „	0,29 „	

Nach der graphischen Darstellung auf Fig. 12 löst dasselbe Wasser ohne Zusatz von Natronlauge ungefähr 2 mg Blei in 1 l. Die Bleilösungsfähigkeit wird demnach im vorliegenden Falle durch den Zusatz von 16 mg Natriumhydroxyd für 1 l Wasser auf ungefähr den fünftenTeil herabgesetzt.

Tabelle 11. Bleilösungsfähigkeit von Wasser aus dem Dessauer Reinwasserbassin, bei welchem der Gehalt an freier Kohlensäure (CO_2) durch Zusatz von 43,8 mg Natriumkarbonat von 21 mg auf 3,7 mg in 1 l herabgesetzt wurde.

Versuchsanordnung nach Fig. 1 und 2. Das Einwirkungsgefäß enthielt etwa 80 m Bleispäne von 1,5 mm Breite. Die Wasserprobe für diese Versuchsreihe wurde am 21. Juli 1904 entnommen.

Einwirkungszeit		Wassermenge, die in je 8 Std. durch das Einwirkungsgefäß in die Vorlage abfloß	Gehalt an Sauerstoff in 1 l	Gehalt an freier Kohlensäure (CO_2) in 1 l	Gelöste Bleimenge berechnet auf 1 l	Bemerkungen
Tag	Stunden					
1. Tag	Von 9 Uhr vorm. bis 5 Uhr nachm.	3,71 l	8,8 mg	3,7 mg	0,36 mg	Die Temperatur schwankte bei dieser Versuchsreihe zwischen 12,4 und 14,7°; im Mittel betrug sie 13,5°.
	von 5 Uhr nachm. bis 1 Uhr vorm.	3,89 „	—	—	0,44 „	

Einwirkungszeit		Wassermenge, die in je 8 Std. durch das Einwirkungsgefäß in die Vorlage abfloß	Gehalt an Sauerstoff in 1 l	Gehalt an freier Kohlensäure (CO_2) in 1 l	Gelöste Bleimenge berechnet auf 1 l	Bemerkungen
Tag	Stunden					
2. Tag	von 1 Uhr vorm. bis 9 Uhr vorm.	3,92 l	—	—	0,44 mg	
	von 9 Uhr vorm. bis 5 Uhr nachm.	4,12 „	8,3 mg	3,2 mg	0,39 „	
	von 5 Uhr nachm. bis 1 Uhr vorm.	4,27 „	—	—	0,37 „	
3. Tag	von 1 Uhr vorm. bis 9 Uhr vorm.	4,35 „	—	—	0,29 „	
	von 9 Uhr vorm. bis 5 Uhr nachm.	4,08 „	8,5 „	2,6 „	0,29 „	
	von 5 Uhr nachm. bis 1 Uhr vorm.	4,15 „	—	—	0,29 „	
4. Tag	von 1 Uhr vorm. bis 9 Uhr vorm.	4,23 „	—	—	0,28 „	
	von 9 Uhr vorm. bis 5 Uhr nachm.	4,27 „	8,5 „	2,6 „	0,28 „	

Nach der graphischen Darstellung auf Fig. 12 löst dasselbe Wasser ohne Zusatz von Soda ungefähr 2 mg Blei in 1 l. Die Bleilösungsfähigkeit wird demnach im vorliegenden Falle durch den Zusatz von 43,8 mg Natriumkarbonat für 1 l Wasser auf ungefähr den fünften Teil herabgesetzt.

Außer den aufgeführten chemischen Mitteln zur Entfernung d. h. Bindung der freien Kohlensäure kommt noch ihre mechanische Entfernung mittels Durchlüftung in Betracht.

Wenn ein Wasser, welches freie Kohlensäure enthält, mit der atmosphärischen Luft in ausgiebigem Maße in Berührung gebracht wird, wie dies z. B. bei der Enteisenung praktisch zur Anwendung kommt, so nimmt es die Bestandteile der Luft auf und gibt dafür Kohlensäuregas (Kohlendioxyd) ab. Die Durchlüftung des Wassers läßt sich unter geeigneten Versuchsbedingungen soweit ausdehnen, daß in demselben nur geringfügige Kohlensäuremengen zurückbleiben.

Um auch die Wirksamkeit dieser Methode zu prüfen, wurden zwei, in den Tabellen 12 und 13 wiedergegebene Versuchsreihen ausgeführt. Zur Verwendung kam Grundwasser vom Exerzierplatz und vom Kiebitzheger. Die Proben waren am 26. Mai 1904 entnommen worden (vergl. Seite 361). Die Durchlüftung wurde in Ballons vorgenommen, welche mit doppelt durchbohrten Kautschukstopfen verschlossen waren, durch deren eine Bohrung das bis fast auf den Boden reichende Eintrittsrohr ging, während in der zweiten Bohrung ein unmittelbar unter dem Stopfen endigendes Rohr saß, welches mit einer Wasserstrahl-Luftpumpe in Verbindung stand. Die vor dem Fenster entnommene Luft ging durch ein Wattefilter und wurde dann in schnell aufeinander folgenden Blasen durch den mit dem zu untersuchenden Wasser gefüllten Ballon gesaugt. Nach 24stündigem Durchlüften wurde der Gehalt an freier Kohlen-

säure in dem einen Falle zu 1 bis 2 mg, im anderen sogar unter 1 mg in 1 Liter gefunden. Die Bestimmung der freien Kohlensäure gibt bei so kleinen Mengen nur angenäherte Werte (vergl. S. 353 die Methode von C. A. Seyler). Der Sauerstoffgehalt betrug bei beiden Wässern etwa 8 bis 9 mg in 1 Liter[1]).

Tabelle 12. Bleilösungsfähigkeit von Grundwasser vom Exerzierplatz, bei welchem der Gehalt an freier Kohlensäure (CO_2) mittels Durchlüftung nahezu entfernt wurde. Gleichzeitig wurde durch diese Durchlüftung der Sauerstoffgehalt des Wassers auf annähernd den gleichen Wert gebracht wie bei den Versuchen in den Tabellen 10 und 11.

Versuchsanordnung nach Fig. 1 und 2. Das Einwirkungsgefäß enthielt etwa 80 m Bleispäne von 1,5 mm Breite. Die Wasserprobe für diese Versuchsreihe wurde am 26. Mai 1904 aus dem Sammelbrunnen der Heberleitung entnommen.

Einwirkungszeit		Wassermenge, die in je 8 Std. durch das Einwirkungsgefäß in die Vorlage abfloß	Gehalt an Sauerstoff in 1 l	Gehalt an freier Kohlensäure (CO_2) in 1 l	Gelöste Bleimenge berechnet auf 1 l	Bemerkungen
Tag	Stunden					
1. Tag	Von 9 Uhr vorm. bis 5 Uhr nachm.	4,10 l	8,0 mg	etwa 1,0 mg	0,53 mg	Die Temperatur schwankte bei dieser Versuchsreihe zwischen 12,3 und 14,2°; im Mittel betrug sie 13,0°.
	von 5 Uhr nachm. bis 1 Uhr vorm.	3,90 „	—	—	0,51 „	
2. Tag	von 1 Uhr vorm. bis 9 Uhr vorm.	4,15 „	—	—	0,86 „	
	von 9 Uhr vorm. bis 5 Uhr nachm.	4,00 „	—	—	0,87 „	
	von 5 Uhr nachm. bis 1 Uhr vorm.	4,20 „	—	—	0,95 „	
3. Tag	von 1 Uhr vorm. bis 9 Uhr vorm.	4,24 „	—	—	1,02 „	
	von 9 Uhr vorm. bis 5 Uhr nachm.	4,15 „	—	—	0,83 „	
	von 5 Uhr nachm. bis 1 Uhr vorm.	4,20 „	—	—	0,85 „	
4. Tag	von 1 Uhr vorm. bis 9 Uhr vorm.	4,23 „	—	—	0,98 „	
	von 9 Uhr vorm. bis 5 Uhr nachm.	4,23 „	8,6 „	etwa 2,0 mg	0,90 „	

Die Bleilösungsfähigkeit ist durch die mechanische Entfernung der freien Kohlensäure (CO_2) nicht so weit herabgesetzt wie durch die chemische Bindung mit Natronlauge oder Soda. Der Unterschied ist auf den durch den Zusatz von Natronlauge oder Soda vermehrten Gehalt an kohlensauren Salzen zurückzuführen.

[1]) Das Eisen und Mangan hatten sich durch die geringe Sauerstoffmenge, die beim Einfüllen des Wassers in die Ballons hinzugetreten war, bereits während des Transportes ausgeschieden und konnten durch vorsichtiges Abhebern des Wassers beseitigt werden.



Tabelle 13. Bleilösungsfähigkeit von Grundwasser vom Kibitzheger, bei welchem der Gehalt an freier Kohlensäure (CO_2) mittels Durchlüftung nahezu entfernt wurde. Gleichzeitig wurde durch diese Durchlüftung der Sauerstoffgehalt annähernd auf den gleichen Wert gebracht, wie bei den Versuchen in den Tabellen 10 und 11.

Versuchsanordnung nach Fig. 1 und 2. Das Einwirkungsgefäß enthielt etwa 80 m Bleispäne von 1,5 mm Breite. Die Wasserprobe für diese Versuchsreihe wurde am 26. Mai 1904 aus dem Kiebitzheger Quellschacht entnommen.

Einwirkungszeit		Wassermenge, die in je 8 Std. durch das Einwirkungsgefäß in die Vorlage abfloß	Gehalt an Sauerstoff in 1 l	Gehalt an freier Kohlensäure (CO_2) in 1 l	Gelöste Bleimenge berechnet auf 1 l	Bemerkungen
Tag	Stunden					
1. Tag	Von 9 Uhr vorm. bis 5 Uhr nachm. von 5 Uhr nachm. bis 1 Uhr vorm.	8,34 l	8,7 mg	weniger als 1 mg	0,36 mg	Die Temperatur schwankte bei dieser Versuchsreihe zwischen 12,1 und 14,7°; im Mittel betrug sie 12,7°.
2. Tag	von 1 Uhr vorm. bis 9 Uhr vorm.	4,26 „	8,9 „	desgl.	0,41 „	
	von 9 Uhr vorm. bis 5 Uhr nachm.	4,06 „	—	—	0,45 „	
	von 5 Uhr nachm. bis 1 Uhr vorm.	4,18 „	—	—	0,42 „	
3. Tag	von 1 Uhr vorm. bis 9 Uhr vorm.	4,22 „	9,1 „	desgl.	0,41 „	
	von 9 Uhr vorm. bis 5 Uhr nachm.	4,11 „	—	—	0,76 „	
	von 5 Uhr nachm. bis 1 Uhr vorm.	4,19 „	—	—	0,41 „	
4. Tag	von 1 Uhr vorm. bis 9 Uhr vorm.	4,14 „	9,1 „	desgl.	0,43 „	
	von 9 Uhr vorm. bis 5 Uhr nachm.	4,22 „	—	—	0,43 „	

Die gelösten Bleimengen[1]) betrugen im Mittel bei dem durchlüfteten Wasser vom Exerzierplatz 0,83, beim durchlüfteten Kiebitzheger Wasser 0,41 mg in 1 Liter. Dieser Unterschied dürfte nicht auf die kaum merkliche Differenz im Kohlensäuregehalt der beiden Wässer zurückzuführen sein, sondern auf den höheren Gehalt des Kiebitzheger Wassers an schützenden Salzen. Auch in der früheren Versuchsreihe hatte das Kiebitzheger Wasser etwas weniger Blei gelöst als dasjenige vom Exerzierplatz, vergl. Fig. 12, deren Kurven man sich bis zu den beiden obigen Werten fortgesetzt denken kann. Dagegen zeigen die Zahlen deutlich, daß bei der Durchlüftung trotz der weitgehenden Entfernung der Kohlensäure nicht ganz derselbe Erfolg erzielt worden ist, wie bei der chemischen Bindung. Der niedrigste Wert beim durchlüfteten Exerzierplatzwasser war 0,51 mg, beim Wasser vom Kiebitzheger 0,36 mg

[1]) Wegen der absoluten Bleiwerte vergl. S. 351.

Blei in 1 Liter, während bei dem Versuche mit Natriumhydroxyd 0,28 und bei demjenigen mit Natriumkarbonat 0,29 mg Blei in 1 Liter gefunden worden sind. In den letzteren Fällen zeigt sich also noch der schützende Einfluß, den die, bei der Bindung der Kohlensäure gleichzeitig erfolgte Vermehrung der Hydrokarbonate bewirkt hat.

Aus den Versuchen dieses Abschnittes geht demnach folgendes hervor:

Durch die chemische Bindung der freien Kohlensäure mittels Natriumhydroxyd (Natronlauge) oder Natriumkarbonat (Soda) kann die Bleilösungsfähigkeit des enteisenten Wassers vom Exerzierplatz (Reinwassers) weiter herabgesetzt werden, als durch die ausschließliche Entfernung derselben mittels Durchlüftung.

Die Verwendung von Natriumkarbonat hat keinen sicher erkennbaren Unterschied gegenüber dem Natriumhydroxyd ergeben.

Nach Bindung der freien Kohlensäure wurde von dem enteisenten Wasser vom Exerzierplatz (Reinwasser) unter den gegebenen Versuchsbedingungen etwa 0,3 mg Blei in 1 Liter gelöst.

Die freie Kohlensäure in denjenigen Mengen, wie sie bei der praktischen Ausführung des Verfahrens unter den in Dessau gegebenen Betriebsverhältnissen zurückbleiben, übt bereits einen bemerkenswerten Einfluß auf die Bleilösungsfähigkeit des „korrigierten" Leitungswassers aus.

Für das Wasser vom Kiebitzheger sind unter gleichen Bedingungen noch günstigere Werte für die in Lösung gehenden Bleimengen zu erwarten.

d) Einfluß des Zusatzes von Natronlauge auf die gesundheitliche Beschaffenheit des Wassers.

Daß der Zusatz von Natronlauge den beabsichtigten Zweck, die Bleilösungsfähigkeit des Wassers herabzusetzen, erfüllt, ist durch die vorstehenden Versuche bestätigt worden. Es fragt sich nun, ob das Wasser sonst keine schädliche Veränderung dadurch erleidet. Dies ist nun keineswegs der Fall. Das Natriumhydroyxd verbleibt gar nicht als solches im Wasser, sondern wird, wie oben dargelegt, zur Bindung eines Teiles der freien Kohlensäure verbraucht, nach der Gleichung: $H_2CO_3 + NaOH = NaHCO_3 + H_2O$. Die Veränderung des Wassers besteht also nur in einer Verringerung der freien Kohlensäure und einer Vermehrung von Hydrokarbonat. Nach den Analysen von Tabelle 1 betrug am 21. Juli 1904 der Gehalt an freier Kohlensäure im Reinwasser 27,9, im „korrigierten" Wasser 7,7 mg in 1 Liter; es sind also rund 20 mg Kohlensäure gebunden, d. h. in rund 38 mg Natriumhydrokarbonat übergeführt worden, eine Menge, die sowohl in gesundheitlicher Beziehung als auch für den Geschmack des Wassers völlig belanglos ist. Was die Abnahme an freier Kohlensäure betrifft, so ist bekannt, daß ein Gehalt an freier Kohlensäure dem Wasser einen angenehmen Geschmack verleiht, was nach dem hygienischen Grundsatze, ein Trinkwasser soll so beschaffen sein, daß es gern getrunken wird, wohl zu beachten ist; aber eine Kohlensäuremenge von höchstens

20 bis 30 mg in 1 Liter, wie sie sich in dem „unkorrigierten" Wasser findet, ist schon viel zu gering, als daß ihrer Verminderung bis auf einige Milligramm im Liter für den Wohlgeschmack des Wassers irgend welche Bedeutung beizumessen wäre.

Weiterhin könnte die Möglichkeit in Betracht gezogen werden, daß dem Wasser vorübergehend mehr Natronlauge zugefügt würde, als zur Bindung der freien Kohlensäure erforderlich ist. Hierdurch würden die Hydrokarbonate in einer dem Zusatze entsprechenden Menge in Karbonate übergeführt; dabei könnte sich Calciumkarbonat abscheiden und eine Trübung des Wassers herbeiführen. Eine gesundheitsschädigende Wirkung wäre aber auch hiermit nicht verbunden. Mehr als das Doppelte der berechneten Laugenmenge müßte zugesetzt werden, um sämtliche Hydrokarbonate in Karbonate zu verwandeln, und erst dann würden merkliche Mengen von Lauge, immer noch in äußerst verdünntem Zustande, in dem Wasser auftreten. Da von Professor Dr. Heyer nur so viel Natronlauge angewendet wird, daß stets noch einige mg Kohlensäure in freiem Zustande übrig bleiben, so ist ein Auftreten der genannten Veränderungen des Wassers nicht zu befürchten.

Schließlich käme noch in Frage, ob die verwendete Natronlauge etwa Verunreinigungen enthält, die dem Trinkwasser nicht zugeführt werden dürfen. Eine Probe der Lauge, welche am 17. Juni 1903 entnommen worden ist, war von hellbläulicher Farbe und leicht getrübt; ihr spezifisches Gewicht war 1,465 bei 15°.

In 1 Liter Lauge wurden gefunden:

Natriumhydroxyd	614,0 g
Natriumchlorid	13,3 g
Natriumkarbonat	geringe Menge
Eisen und Aluminium	geringe Menge
Kupfer	0,0561 g.

Außer Kupfer wurden keine giftigen Schwermetalle gefunden; auch Arsen war nicht vorhanden.

Es ist zu bemerken, daß dieser Befund nur für die zur Zeit der Untersuchung verwendete Lauge maßgebend ist, da bei der technischen Natronlauge sowohl im Gehalt an Natriumhydroxyd als auch bezüglich der Beimengungen Verschiedenheiten vorkommen. Aus diesem Grunde ist auch eine beständige Kontrolle dieses Produktes nicht zu entbehren.

Die Kupfermenge, welche nach Maßgabe des obigen Resultates in der Lauge enthalten ist, wird bei einem Zusatz von 25 ccm Lauge auf 1 cbm Wasser soweit verdünnt, daß sich in 1 Liter „korrigierten" Wassers nur noch 0,00140 mg dieses Metalles befinden können, eine Menge, der im Hinblick auf das weit verbreitete natürliche Vorkommen sehr kleiner Kupfermengen in Nahrungsmitteln[1]) keine wesentliche Bedeutung beizumessen ist. Jedenfalls stehen dem Zusatz von reiner Natronlauge in den zur Zeit angewendeten Mengenverhältnissen keine Bedenken entgegen.

Ein Kupfergehalt der Lauge in der Höhe des oben ermittelten ist zulässig, sofern ein besseres Produkt nicht zu beschaffen ist.

---

[1]) Vergl. A. Tschirch, Das Kupfer vom Standpunkte der gerichtlichen Chemie, Toxikologie und Hygiene, Stuttgart 1893, (F. Enke), und K. B. Lehmann, Hygienische Studien über Kupfer, Archiv f. Hygiene 1895, Bd. 24 S. 18.

IV. Schlußsätze.

Die vorstehenden Erörterungen lassen sich in folgende Schlußsätze zusammenfassen:

1. Der gegenwärtige Betrieb der Enteisenungsanlage des Wasserwerkes vermag das Eisen aus dem Wasser nicht in zureichendem Maße zu entfernen; die zuweilen auftretende Opaleszenz des Leitungswassers deutet auf eine nachträgliche Ausscheidung von Eisenverbindungen hin.
2. Es sollten Vorkehrungen getroffen werden, um den Zutritt von Schmieröl aus den Wasserförderungsmaschinen zum Wasser zu verhindern.
3. Die Einrichtung von Wassermessern für jeden Hausanschluß des Leitungsnetzes ist angezeigt, um einer zeitweiligen Vergeudung des Wassers vorzubeugen und einen gleichmäßigeren Betrieb der Wasserlieferung und damit des Wasserwerkes zu sichern.
4. Durch die chemische Bindung der freien Kohlensäure des Wassers wird seine bleilösende Eigenschaft vermindert. Natronlauge ist hierfür ein geeignetes Mittel. Der Zusatz ist nach der Menge der jeweilig vorhandenen freien Kohlensäure zu bemessen. Daher ist zur Sicherung eines guten und dauernden Erfolges dieses Verfahrens eine ständige chemische Überwachung des Wasserwerksbetriebes durch einen auf diesem Gebiete erfahrenen Sachverständigen notwendig.
5. Bei der sachgemäßen Anwendung von Natronlauge zur Verminderung der bleilösenden Eigenschaft des Wassers sind nachteilige Einflüsse auf die Gesundheit der Bewohner nicht zu befürchten, sofern die Natronlauge vor ihrer Anwendung auf etwaige Verunreinigungen gesundheitsschädlicher Art geprüft wird.
6. Die Vorschrift des Magistrats der Stadt Dessau, Wasser, welches längere Zeit in den bleiernen Hausanschlußleitungen gestanden hat, zu Genußzwecken nicht zu benutzen, sollte auch fernerhin aufrecht erhalten werden.

Anhang:

Theoretisches.

In den vorhergehenden Abschnitten ist die Frage nach den Mitteln zur Beseitigung der bleilösenden Eigenschaft der Dessauer Wässer vom praktischen Standpunkte aus behandelt worden. Die empirische Beantwortung genügt jedoch nicht, solange man nicht die Ursachen für die Bleilösungsfähigkeit der verschiedenen Wässer und für die befördernde oder hemmende Wirkung gewisser Stoffe theoretisch aufgeklärt hat. Auch zur Klärung dieser Frage sind im Kaiserlichen Gesundheitsamt eingehende Untersuchungen angestellt worden, deren vorläufige Ergebnisse nachstehend kurz zusammengefaßt werden sollen.

1. Verhalten von Blei gegen reines, sauerstoffhaltiges Wasser.

Den Ausgangspunkt bildet die theoretisch und erfahrungsgemäß festgestellte Tatsache, daß Sauerstoff unter allen Umständen hinzutreten muß, wenn metallisches Blei sich in reinem Wasser auflösen soll. Ist aber Sauerstoff im Wasser gelöst, so

geht eine überraschend große Bleimenge in Lösung. Als Beispiel diene folgende Versuchsreihe mit destilliertem Wasser, welches durch 24stündiges Hindurchleiten von gereinigter, atmosphärischer Luft von Kohlensäure annähernd befreit worden war und dabei etwa 9 mg Sauerstoff in 1 Liter aufgenommen hatte.

Tabelle 14. Einwirkung von lufthaltigem, destilliertem Wasser auf Blei.
Versuchsanordnung nach Fig. 1 und 2. Das Einwirkungsgefäß enthielt etwa 80 m Bleispäne von 1,5 mm Breite. Gesamtdauer des Versuches ohne Unterbrechung 54 Stunden. Die in je 1 Stunde abgelaufene Flüssigkeitsmenge schwankte bei Versuch I zwischen 465 und 525 ccm; bei Versuch II zwischen 235 und 270 ccm. Der Gehalt an Sauerstoff (O_2) betrug am 1. Tage 9,5 mg = 0,30 Millimol in 1 l, am 2. und 3. Tage 9,2 mg = 0,29 Millimol in 1 l. Temperatur: 18°.

Versuchszeit	Gelöste Bleimenge berechnet auf 1 Liter	
	I Durchflußgeschwindigkeit etwa 0,5 l in 1 Stunde	II Durchflußgeschwindigkeit etwa 0,25 l in 1 Stunde
1. Tag. 10—11 U. vorm.	118 mg	124 mg
11—12 „ „	123 „	123 „
12—1 „ nachm.	118 „	116 „
1—2 „ „	115 „	108 „
2—3 „ „	111 „	109 „
2. Tag. 9—10 „ vorm.	109 „	109 „
10—11 „ „	111 „	111 „
11—12 „ „	114 „	114 „
12—1 „ nachm.	113 „	113 „
1—2 „ „	110 „	110 „
2—3 „ „	114 „	111 „
3—4 „ „	114 „	114 „
3. Tag. 9—10 „ vorm.	115 „	115 „
10—11 „ „	115 „	115 „
11—12 „ „	115 „	114 „
12—1 „ nachm.	115 „	114 „
1—2 „ „	115 „	115 „
2—3 „ „	114 „	115 „
3—4 „ „	115 „	115 „

Der chemische Vorgang bei der Einwirkung von reinem nur Sauerstoff enthaltenden Wasser wird durch die Gleichung ausgedrückt:

$$2\,Pb + O_2 + 2\,H_2O = 2\,Pb(OH)_2.$$

Demnach sind zur Lösung von 1 Millimol = 207 mg Blei 0,5 Millimol = 16 mg Sauerstoff erforderlich, woraus folgt, daß die in einem Liter gelösten, etwa 115 mg Blei 8,9 mg Sauerstoff, d. h. fast die gesamte ursprünglich vorhandene Menge desselben verbraucht hatten. Die abfließende Lösung ist eine solche von Bleihydroxyd. Sie scheint jedoch noch nicht ganz gesättigt zu sein, denn in dem Einwirkungsgefäß war bis auf eine geringfügige Abscheidung von Kristallflittern[1]) kein Niederschlag zu bemerken. Die Bleioberfläche war völlig blank geblieben und zeigte nur Korrosionen. Es könnte also zur Bildung einer, der Sättigungskonzentration entsprechenden

[1]) Möglicherweise nur basisches Bleikarbonat, von Spuren noch vorhandener Kohlensäure herrührend.

Menge Bleihydroxyd am Sauerstoff gefehlt haben. Um dies zu entscheiden, wurde in einer anderen Versuchsreihe der Sauerstoffgehalt des Wassers nach und nach gesteigert; es geschah dies, indem das aus dem Vorratsballon ausfließende Wasser nicht durch Luft, sondern durch ein vorher bereitetes Sauerstoff-Luftgemisch von geeigneter Zusammensetzung verdrängt wurde. Auf diese Weise konnte eine ganz allmähliche Vermehrung des gelösten Sauerstoffs erzielt werden. Als derselbe in genügendem Überschuß vorhanden war, wurde seine Konzentration durch entsprechende Änderung der Zusammensetzung des Gasgemisches nahezu konstant erhalten.

Tabelle 15. Einwirkung von lufthaltigem, destilliertem Wasser auf Blei.

Versuchsanordnung nach Fig. 1 und 2. Das Einwirkungsgefäß enthielt etwa 30 m Bleispäne von 1,5 mm Breite. Gesamtdauer des Versuches ohne Unterbrechung 54 Stunden. Die in je 1 Stunde abgelaufene Flüssigkeitsmenge schwankte bei Versuch I zwischen 400 und 520 ccm, bei Versuch II zwischen 175 und 290 ccm. Der Gehalt an Sauerstoff wurde im Laufe des Versuches durch Zufuhr von sauerstoffreicherer Luft nach und nach gesteigert. Temperatur: 18°.

Versuchszeit	Gelöste Bleimenge berechnet auf 1 Liter		In dem angewandten Wasser betrug der Sauerstoffgehalt in 1 l
	I Durchfluß-geschwindigkeit etwa 0,5 l in 1 Std.	II Durchfluß-geschwindigkeit etwa 0,25 l in 1 Std.	
1. Tag. 9^{40}—10^{40} U. vorm.	116 mg	116 mg	9,2 mg
10^{40}—11^{40} „ „	116 „	116 „	—
11^{40}—12^{40} „ nachm.	118 „	118 „	9,6 „
12^{40}—1^{40} „ „	131 „	121 „	—
1^{40}—2^{40} „ „	129 „	131 „	10,4 „
2^{40}—3^{40} „ „	130 „	130 „	11,2 „
5^{40}—6^{40} „ „	133 „	136 „	12,2 „
6^{40}—7^{40} „ „	141 „	134 „	12,7 „
2. Tag. 6—7 „ vorm.	143 „	140 „	—
7—8 „ „	142 „	140 „	—
8—9 „ „	143 „	140 „	—
9—10 „ „	116 „ *	110 „ *	14,2 „
10—11 „ „	116 „	111 „	—
11—12 „ „	116 „	110 „	14,4 „
12—1 „ nachm.	109 „	107 „	—
1—2 „ „	108 „	107 „	14,7 „
2—3 „ „	109 „	107 „	—
3—4 „ „	109 „	109 „	15,1 „
3. Tag. 9—10 „ vorm.	108 „	108 „	14,4 „
10—11 „ „	109 „	108 „	—
11—12 „ „	107 „	107 „	14,4 „
12—1 „ nachm.	108 „	108 „	—
1—2 „ „	108 „	108 „	14,6 „
2—3 „ „	109 „	108 „	—
3—4 „ „	109 „	106 „	14,5 „

Das Blei in den beiden Einwirkungsgefäßen war am 1. Tage völlig blank, erst am 2. Versuchstage morgens fand sich an den unteren Teilen der Röhren ein kristallinischer Niederschlag, der am 3. Tage zugenommen hatte.

Der plötzliche Abfall des Bleigehaltes an dem mit * bezeichneten Zeitpunkte hängt wahrscheinlich mit der Aufhebung eines Übersättigungszustandes zusammen.

Es zeigt sich, daß die Menge des gelösten Bleies zunächst mit der Sauerstoffkonzentration noch stetig zunimmt; bei 140 mg in 1 Liter hielt sie sich einige Zeit auf fast gleicher Höhe, um dann plötzlich, und zwar in beiden Einwirkungsgefäßen gleichzeitig, auf ca. 110 mg in 1 Liter herabzustürzen. Diese letztere Löslichkeit hielt sich bis zum Ende des Versuches konstant. Da sie von der Durchflußgeschwindigkeit unabhängig ist (Versuch I und II) und auch mit den Werten von Tabelle 14 nahezu übereinstimmt, so scheint es sich in der Tat um eine Sättigungskonzentration zu handeln, und die in der ersten Periode der Tabelle 15 erhaltenen höheren Bleilöslichkeiten sind Übersättigungserscheinungen zuzuschreiben; dafür spricht auch der plötzliche Absturz. Ob der Bodenkörper[1]), dessen Löslichkeit ca. 110 mg in 1 Liter Blei entspricht, die Formel $Pb(OH)_2$ besitzt, oder ein Anhydrid dieser Verbindung darstellt, mag noch dahingestellt bleiben. Jedenfalls besteht für Bleihydroxyd die Tendenz sich zu anhydrisieren, wobei mit dem Wassergehalt auch die Löslichkeit der einzelnen Entwässerungsstufen bis zum Bleioxyd herab abnimmt. Diese Verhältnisse sind jedoch für die vorliegende Frage von geringerer Wichtigkeit, da durch die Gegenwart von Kohlensäure, kohlensauren Salzen und anderen Salzen die Erscheinungen vollständig geändert werden.

In allen praktischen Fällen, also wenn es sich nicht um destilliertes Wasser handelt, ist die Bleilösung viel geringer als bei den vorstehenden beiden Versuchsreihen (Tabelle 14 und 15). Man hat daher nicht nach Ursachen für die Auflösung des Bleies, sondern nur nach Ursachen für die Zurückdrängung der Lösungsfähigkeit des sauerstoffhaltigen Wassers zu suchen.

Um diese Ursachen aufzuklären empfahl es sich, die in den natürlichen Wässern gelösten Stoffe einzeln in ihrer Wirkung auf die Bleilösungsfähigkeit sauerstoffhaltigen Wassers zu untersuchen. In erster Linie kam der Einfluß gelöster Kohlensäure in Betracht.

2. Einfluß gelöster freier Kohlensäure.

Es wurde eine dreitägige Versuchsreihe mit destilliertem Wasser angestellt, das auf einen Gehalt von rund 8 mg Sauerstoff und 40 mg Kohlensäure in 1 Liter gebracht worden war[2]) (siehe Tabelle 16, S. 381).

Die gelöste Bleimenge war hier gegenüber dem kohlensäurefreien Wasser auf etwa den zehnten Teil herabgedrückt worden. Es ist daher anzunehmen, daß es sich um Sättigung an einem anderen bedeutend schwerer löslichen Bodenkörper handelt und zwar um eine kohlensäurehaltige Bleiverbindung. Es bleibt dahingestellt, ob das normale Bleikarbonat $PbCO_3$ oder ein basisches Salz wie z. B. $2\,PbCO_3 \cdot Pb(OH)_2$ vorliegt.

---

[1]) Unter Bodenkörper versteht man einen festen Stoff, der sich in seiner gesättigten Lösung befindet.

[2]) Um den Gehalt an freier Kohlensäure bei den Versuchen der Tabellen 16, 18, 19a und 19b während der Versuchsdauer konstant zu halten, wurde die Lösung aus dem Vorratsballon nicht durch Luft, sondern durch ein Kohlensäure-Luftgemisch von geeigneter Zusammensetzung verdrängt.

Tabelle 16. Einwirkung von lufthaltigem, destilliertem Wasser auf Blei bei Gegenwart von freier Kohlensäure.

Versuchsanordnung nach Fig. 1 und 2. Das Einwirkungsgefäß enthielt etwa 80 m Bleispäne von 1,5 mm Breite. Gesamtdauer des Versuches ohne Unterbrechung 50 Stunden. Die in je 1 Stunde abgelaufene Flüssigkeitsmenge schwankte bei Versuch I zwischen 425 und 550 ccm; bei Versuch II zwischen 225 und 280 ccm.

Der Gehalt an Sauerstoff (O_2) betrug 8,4—8,2 mg = 0,26 Millimol in 1 l.

" " " freier Kohlensäure (CO_2) betrug 40,4—38,4 mg = 0,92—0,87 Millimol in 1 l.

Temperatur: am 1. Tage 17,2—17,3°; an den übrigen Tagen 18,0—18,2°.

Versuchszeit	Gelöste Bleimenge berechnet auf 1 Liter	
	I Durchflußgeschwindigkeit etwa 0,5 l in 1 Stunde	II Durchflußgeschwindigkeit etwa 0,25 l in 1 Stunde
1. Tag. 1—2 U. nachm.	18,1 mg	18,0 mg
2—3 " "	14,6 "	15,6 "
3—4 " "	13,8 "	14,5 "
2. Tag. 9—10 " vorm.	12,8 "	12,1 "
10—11 " "	11,5 "	11,4 "
11—12 " "	10,8 "	10,1 "
12—1 " nachm.	10,7 "	10,6 "
1—2 " "	10,9 "	10,7 "
2—3 " "	10,9 "	10,8 "
3—4 " "	10,8 "	10,7 "
3. Tag. 9—10 " vorm.	10,1 "	10,2 "
10—11 " "	10,8 "	10,1 "
11—12 " "	10,6 "	10,8 "
12—1 " nachm.	9,8 "	10,8 "
1—2 " "	9,8 "	10,8 "
2—3 " "	10,7 "	10,3 "

3. Einfluß von Natriumhydrokarbonat.

Demnächst wurde die Wirkung von Hydrokarbonaten ohne gleichzeitige Anwesenheit nennenswerter Kohlensäuremengen geprüft.

In diesem Falle ist, wie die Tabelle 17 (S. 382) zeigt, noch viel weniger Blei gelöst worden[1]). Da aber auch hier die gelöste Menge von der Durchflußgeschwindigkeit unabhängig ist (vergl. Spalte 2 und 3 der Tabelle), muß wiederum Sättigung angenommen werden, und es fragt sich nur, woran die Lösung gesättigt ist. Es braucht nicht notwendig ein anderer Bodenkörper als bei der Versuchsreihe der Tabelle 16 vorzuliegen, sondern es kann sich auch um eine Beeinflussung der Löslichkeit dieses selben Bodenkörpers durch das in der Lösung vorhandene Hydrokarbonat handeln.

Für die Gesetze der Löslichkeitsbeeinflussung schwer löslicher Stoffe ist das sogenannte Löslichkeitsprodukt maßgebend. In einer gesättigten Lösung von Bleikarbonat haben wir anzunehmen: 1. eine kleine Menge undissoziierter $PbCO_3$-Molekeln. 2. Blei-Ionen ($Pb^{\cdot\cdot}$). 3. Karbonat-Ionen (CO_3''). Nur die undissoziierten $PbCO_3$-Molekeln

[1]) Mit Ausnahme der ersten Stunde, in der offenbar wieder Übersättigungserscheinungen auftraten.

Tabelle 17. Einwirkung von lufthaltigem, destilliertem Wasser auf Blei bei Gegenwart von Natriumhydrokarbonat ($NaHCO_3$).

Versuchsanordnung nach Fig. 1 und 2. Das Einwirkungsgefäß enthielt etwa 80 m Bleispäne von 1,5 mm Breite. Gesamtdauer des Versuches ohne Unterbrechung 51 Stunden. Die in je 1 Stunde abgelaufene Flüssigkeitsmenge schwankte bei Versuch I zwischen 485 und 545 ccm; bei Versuch II zwischen 240 und 310 ccm.

Der Gehalt an Sauerstoff (O_2) betrug 8,9—8,7 mg = 0,28—0,27 Millimol in 1 l.

„ „ „ Natriumhydrokarbonat ($NaHCO_3$) betrug 35 mg = 0,42 Millimol in 1 l.

Temperatur: 18°.

Versuchszeit			Gelöste Bleimenge berechnet auf 1 Liter	
			I Durchflußgeschwindigkeit etwa 0,5 l in 1 Stunde	II Durchflußgeschwindigkeit etwa 0,25 l in 1 Stunde
1. Tag.	11—12 U.	vorm.	21,4 mg	11,2 mg
	12—1 „	nachm.	1,7 „	1,8 „
	1—2 „	„	2,0 „	2,9 „
	2—3 „	„	0,9 „	1,0 „
	3—4 „	„	0,6 „	0,6 „
2. Tag.	9—10 „	vorm.	0,6 „	0,6 „
	10—11 „	„	0,6 „	0,6 „
	11—12 „	„	0,6 „	0,6 „
	12—1 „	nachm.	0,6 „	0,6 „
	1—2 „	„	0,6 „	0,6 „
	2—3 „	„	0,6 „	0,6 „
	3—4 „	„	0,6 „	0,6 „
3. Tag.	9—10 „	vorm.	0,6 „	0,6 „
	10—11 „	„	0,6 „	0,6 „
	11—12 „	„	0,6 „	0,6 „
	12—1 „	nachm.	0,6 „	0,6 „
	1—2 „	„	0,6 „	0,6 „

stehen direkt mit dem Bodenkörper im Gleichgewicht, und ihre (an sich sehr geringe) Konzentration ist daher unter allen Umständen konstant, solange Bodenkörper vorhanden ist. Die Konzentration der Ionen wird durch das Dissoziations-Gleichgewicht geregelt. Bezeichnet man durch in eckige Klammern gesetzte Formeln die molekulare Konzentration der betreffenden Stoffe, d. h. ihre Menge ausgedrückt in Molekeln in der Volumeneinheit, so lautet die entsprechende Gleichgewichts-Gleichung:

$$[Pb^{\cdot\cdot}] \cdot [CO_3''] = k \cdot [PbCO_3],$$

wo k eine Konstante ist. In gesättigten Lösungen ist aber auch, wie eben gezeigt, $[PbCO_3]$ konstant; man kann daher die rechte Seite der Gleichung in eine einzige Konstante zusammenziehen, die man als das Löslichkeitsprodukt (L) bezeichnet:

$$[Pb^{\cdot\cdot}] \cdot [CO_3''] = L$$

daher wird

$$[Pb^{\cdot\cdot}] = \frac{L}{[CO_3'']}$$



d. h. in Lösungen mit Bleikarbonat als Bodenkörper sind um so weniger Blei-Ionen gelöst, je mehr Karbonat-Ionen vorhanden sind[1]). Da in den Lösungen von freier Kohlensäure, wie sogleich näher erörtert werden wird, nur sehr wenig CO''_3-Ionen vorhanden sind, in Lösungen von Natriumhydrokarbonat dagegen viel mehr, so ist in letzterem Falle eine geringere Bleimenge in Lösung zu erwarten. Anderseits ist aber auch nicht ausgeschlossen, daß je nachdem die auf Blei einwirkende Lösung nur freie Kohlensäure oder nur Hydrokarbonat enthält, verschiedene Bleikarbonate als Bodenkörper auftreten. Von einer näheren Prüfung dieser Verhältnisse wurde abgesehen; denn ungleich wichtiger für die vorliegende Frage ist die in allen praktischen Fällen zu berücksichtigende gleichzeitige Anwesenheit von freier Kohlensäure und Hydrokarbonat.

4. Einfluß von gelöster freier Kohlensäure neben Natriumhydrokarbonat.

Das gasförmige Kohlendioxyd (CO_2) verbindet sich bei der Auflösung in Wasser mit diesem zweifellos teilweise zu Kohlensäurehydrat

$$CO_2 + H_2O \rightleftarrows H_2CO_3 \cdot$$

Welche Anteile als Hydrat und Anhydrid vorhanden sind, ist nicht näher bekannt, spielt aber auch für die Betrachtung der sonstigen Vorgänge in der Lösung keine Rolle. Das Hydrat H_2CO_3 seinerseits ist als schwache Säure nur zum kleinsten Teile elektrolytisch dissoziiert, nach der Formel

$$H_2CO_3 \rightleftarrows H^{\cdot} + HCO_3' \cdot$$

Noch schwächer ist die zweite Säurefunktion der Kohlensäure, so daß die weitere Dissoziation des Hydrokarbonat-Ions

$$HCO_3' \rightleftarrows H^{\cdot} + CO_3''$$

in noch geringerem Maße stattfindet. Beide Dissoziationen gehorchen den Gleichgewichts-Gleichungen:

$$[H^{\cdot}] \cdot [HCO_3'] = k_1 \, [H_2CO_3]$$
$$[H^{\cdot}] \cdot [CO_3''] = k_2 \, [HCO_3']$$

(die Zahlenwerte der Dissoziationskonstanten k_1 und k_2 sind aus Untersuchungen von J. Walker[2]) und G. Bodländer[3]) gut bekannt; es beträgt $k_1 = 3{,}04 \cdot 10^{-7}$ und $k_2 = 1{,}3 \cdot 10^{-11}$).

Aus der letzten Gleichung folgt:

$$[CO_3''] = k_2 \frac{[HCO_3']}{[H^{\cdot}]}$$

und in Verbindung mit der vorletzten Gleichung:

$$[CO_3''] = \frac{k_2}{k_1} \cdot \frac{[HCO_3']^2}{[H_2CO_3]}$$

[1]) Nimmt man statt des normalen Bleikarbonats basische Karbonate als Bodenkörper an, so werden die entsprechenden Gleichungen ganz ähnlich, nur daß noch die Konzentration der Hydroxyl-Ionen (OH') in das Löslichkeitsprodukt eingeht, daher auch um so weniger Blei-Ionen gelöst werden, je mehr Hydroxyl-Ionen vorhanden sind.

[2]) J. Walker und W. Cormack, Journ. of the Chem. Soc. 1900 Bd. 77. S. 5.

[3]) Ztschr. f. physik. Chemie 1900 Bd. 35 S. 23.

Nun war bei Anwesenheit von $PbCO_3$ als Bodenkörper:

$$[Pb^{\cdot\cdot}] = \frac{L}{[CO_3'']}$$

daher kann auch geschrieben werden:

$$Pb^{\cdot\cdot} = \frac{L \cdot k_1}{k_2} \cdot \frac{[H_2CO_3]}{[HCO_3']^2}$$

Diese Gleichung gilt für alle Fälle, also auch bei gleichzeitiger Anwesenheit von freier Kohlensäure und Hydrokarbonat. Da hierbei die freie Kohlensäure zum weitaus größten Teil undissoziiert, das Natriumhydrokarbonat zum größten Teil einfach dissoziiert ist, so kann man praktisch unter $[H_2CO_3]$ die molekulare Konzentration der freien Kohlensäure und unter $[HCO_3']$ diejenige des Natriumhydrokarbonats verstehen, ohne einen in Betracht kommenden Fehler zu machen. Die letzte Gleichung bedeutet dann also, daß bei Gegenwart von $PbCO_3$ als Bodenkörper die Konzentration der Blei-Ionen derjenigen der freien Kohlensäure direkt proportional, dem Quadrat der Konzentration des Natriumhydrokarbonats umgekehrt proportional ist[1]). Dieses theoretische Ergebnis stimmt mindestens qualitativ mit der Erfahrung überein, daß freie Kohlensäure die Löslichkeit des Bleies vermehrt, gebundene Kohlensäure, d. h. Hydrokarbonat sie verringert. Um den Einfluß auch quantitativ an reinen Lösungen zu prüfen, wurde folgende Versuchsreihe mit destilliertem Wasser, welches auf einen Gehalt von rund 8 mg Sauerstoff, 32—33 mg Kohlendioxyd und 35 mg Natriumhydrokarbonat in 1 Liter gebracht worden war, angestellt (Tabelle 18, Seite 385).

Vergleicht man die gelösten Bleimengen mit denjenigen von Tabelle 16 (Gegenwart etwa der gleichen Menge freier Kohlensäure, aber Abwesenheit von Hydrokarbonat), so sieht man die außerordentliche Schutzwirkung des Hydrokarbonates, deren Ursache oben theoretisch abgeleitet wurde. Vergleicht man anderseits mit Tabelle 17 (Anwesenheit etwa der gleichen Menge Natriumhydrokarbonat, aber Abwesenheit von freier Kohlensäure), so erkennt man, daß die Gegenwart von 32 mg freier Kohlensäure in 1 Liter eine deutliche, wenn auch geringe Vermehrung der Bleilöslichkeit hervorgerufen hat.

Es fällt jedoch auf, daß die hier gelösten Bleimengen wesentlich geringer sind als bei den entsprechenden Versuchen am Dessauer Exerzierplatz-Wasser (Tabelle 6, 1. Tag), obwohl dieses annähernd die gleichen Mengen freier und gebundener Kohlensäure enthielt.

Danach muß man annehmen, daß in den Dessauer Wässern außer der Kohlensäure und ihren Salzen auch noch andere gelöste Stoffe von Einfluß sind.

5. Einfluß von Sulfaten und anderen Salzen.

Nach der oben entwickelten Formel ist die Konzentration der Blei-Ionen bei Gegenwart von Bleikarbonaten als Bodenkörper nur von der Konzentration der Kohlensäure und der Hydrokarbonat-Ionen abhängig. Wenn also die gelöste Bleimenge größer

[1]) Ganz ähnliche Formeln ergeben sich unter der Annahme basischer Bleikarbonate als Bodenkörper; auch in diesem Falle erscheint die Konzentration der freien Kohlensäure im Zähler, die des Hydrokarbonates im Nenner des Ausdrucks für die Blei-Ionenkonzentration.

Tabelle 18. Einwirkung von lufthaltigem, destilliertem Wasser auf Blei bei Gegenwart von Natriumhydrokarbonat ($NaHCO_3$) und freier Kohlensäure.

Versuchsanordnung nach Fig. 1 und 2. Das Einwirkungsgefäß enthielt etwa 80 m Bleispäne von 1,5 mm Breite. Gesamtdauer des Versuches ohne Unterbrechung 50 Stunden. Die in je 1 Stunde abgelaufene Flüssigkeitsmenge schwankte bei Versuch I zwischen 450 und 510 ccm; bei Versuch II zwischen 210 und 263 ccm.

Der Gehalt an Sauerstoff (O_2) betrug: 8,3 mg = 0,26 Millimol in 1 l.

„ „ „ Natriumhydrokarbonat ($NaHCO_3$) betrug: 35,3 mg = 0,42 Millimol in 1 l.

„ „ „ freier Kohlensäure (CO_2) betrug: 32,0—33,4 mg = 0,73—0,76 Millimol in 1 l.

Temperatur: 18°.

Versuchszeit	Gelöste Bleimenge berechnet auf 1 Liter	
	I Durchflußgeschwindigkeit etwa 0,5 l in 1 Stunde	II Durchflußgeschwindigkeit etwa 0,25 l in 1 Stunde
1. Tag. 11—12 U. vorm.	0,7 mg	1,1 mg
12—1 „ nachm.	0,8 „	1,1 „
1—2 „ „	1,0 „	1,1 „
2—3 „ „	1,0 „	1,0 „
3—4 „ „	1,1 „	1,0 „
2. Tag. 9—10 „ vorm.	0,9 „	0,9 „
10—11 „ „	0,9 „	0,9 „
11—12 „ „	1,0 „	1,0 „
12—1 „ nachm.	0,9 „	1,0 „
1—2 „ „	0,9 „	1,0 „
2—3 „ „	1,0 „	1,0 „
3—4 „ „	1,0 „	1,0 „
3. Tag. 9—10 „ vorm.	0,9 „	0,9 „
10—11 „ „	0,9 „	1,0 „
11—12 „ „	0,9 „	1,0 „
12—1 „ nachm.	0,9 „	1,0 „

ist, als dieser Abhängigkeit entspricht, so müssen neben den $Pb^{\cdot\cdot}$-Ionen undissoziierte Bleisalz-Molekeln in merklicher Menge vorhanden sein. Die elektrolytische Dissoziation der Salze ist ja in so schwachen Lösungen im allgemeinen sehr weitgehend, aber gerade bei Salzen zweiwertiger Metalle, wie bei den Bleisalzen, werden auch bedeutend geringere Dissoziationsgrade beobachtet; vor allem aber wird die Dissoziation durch die gleichzeitige Anwesenheit gleichioniger Salze nach dem Massenwirkungsgesetz ganz erheblich zurückgedrängt, so daß in der Tat die undissoziierten Anteile der Bleisalze nicht zu vernachlässigen sind.

Stehen nun den Blei-Ionen nicht nur Karbonat-Ionen, sondern auch die Anionen anderer Säuren, Sulfat-Ionen (SO_4'') und Chlor-Ionen (Cl') gegenüber, so werden die Blei-Ionen auch mit den letzteren im gewissen Betrage zu undissoziierten Salzen zusammentreten. Man hat sich im Versuch der Tabelle 18 also $Pb^{\cdot\cdot}$-Ionen und $PbCO_3$-Molekeln, dagegen in dem Dessauer Wasser daneben noch $PbCl_2$ und $PbSO_4$[1]) in Lösung zu denken und der analytisch gefundene Bleigehalt setzt sich aus diesen

[1]) Die Löslichkeit dieser beiden Bleisalze ist erheblich größer als die des Bleikarbonats.

verschiedenen Molekelarten zusammen; er muß daher trotz gleicher Blei-Ionen-Konzentration in dem letzteren Falle größer sein als im ersteren.

Zum direkten Beweise dieses Einflusses anderer Anionen wurde als Beispiel die Wirkung des Zusatzes von Natriumsulfat geprüft. In Tabelle 19a ist eine Versuchsreihe mit destilliertem Wasser wiedergegeben, welches außer den beim vorigen Versuche angewendeten Bestandteilen noch ca. 70 mg Natriumsulfat im Liter enthielt.

Tabelle 19a. Einwirkung von lufthaltigem, destilliertem Wasser auf Blei bei Gegenwart von Natriumhydrokarbonat ($NaHCO_3$), Natriumsulfat (Na_2SO_4) und freier Kohlensäure.

Versuchsanordnung nach Fig. 1 und 2. Das Einwirkungsgefäß enthielt etwa 80 m Bleispäne von 1,5 mm Breite. Gesamtdauer des Versuches ohne Unterbrechung 54 Stunden. Die in je 1 Stunde abgelaufene Flüssigkeitsmenge schwankte bei Versuch I zwischen 490 und 545 ccm; bei Versuch II zwischen 240 und 275 ccm.

Der Gehalt an Sauerstoff (O_2) betrug 8,4—8,6 mg = 0,26—0,27 Millimol in 1 l.
„ „ „ Natriumhydrokarbonat ($NaHCO_3$) betrug 35,5 mg = 0,42 Millimol in 1 l.
„ „ „ Natriumsulfat (Na_2SO_4) betrug 71,1 mg = 0,5 Millimol in 1 l.
„ „ „ freier Kohlensäure (CO_2) betrug 34,7—33,8 mg = 0,79—0,77 Millimol in 1 l.

Temperatur: 18°.

Versuchszeit	Gelöste Bleimenge berechnet auf 1 Liter	
	I Durchflußgeschwindigkeit etwa 0,5 l in 1 Stunde	II Durchflußgeschwindigkeit etwa 0,25 l in 1 Stunde
1. Tag. 9—10 U. vorm.	4,5 mg	4,4 mg
10—11 „ „	3,5 „	6,2 „
11—12 „ „	3,8 „	4,9 „
12—1 „ nachm.	3,0 „	3,4 „
1—2 „ „	3,0 „	3,0 „
2—3 „ „	3,6 „	3,1 „
2. Tag. 9—10 „ vorm.	3,7 „	3,0 „
10—11 „ „	3,6 „	3,0 „
11—12 „ „	3,6 „	3,2 „
12—1 „ nachm.	3,4 „	3,2 „
1—2 „ „	3,4 „	3,3 „
2—3 „ „	3,3 „	3,1 „
3—4 „ „	3,2 „	3,0 „
3. Tag. 9—10 „ vorm.	3,2 „	3,0 „
10—11 „ „	3,1 „	2,9 „
11—12 „ „	3,1 „	2,9 „
12—1 „ nachm.	3,0 „	2,9 „
1—2 „ „	3,1 „	2,9 „
2—3 „ „	3,0 „	2,9 „

Wie erwartet, ist durch den Zusatz von Sulfat-Ionen die gelöste Bleimenge erheblich, bis auf das Dreifache des früheren Wertes gestiegen.

In den Dessauer Wässern werden außer den Sulfaten natürlich auch noch andere Bestandteile einen gewissen Einfluß in der einen oder der anderen Richtung ausüben, aber der Größenordnung nach stimmen die gelösten Bleimengen in Tabelle 6 bereits

mit denen von Tabelle 19a überein. Es zeigt sich also (vergl. Tabelle 6 und 18), daß der größere Teil des von den Dessauer Wässern gelösten Bleies gar nicht direkt mit der Wirkung der Kohlensäure und ihre Salze zusammenhängt, sondern auf die gleichzeitige Anwesenheit anderer Stoffe zurückzuführen ist. Daher könnte es auffallend erscheinen, daß die teilweise Bindung der freien Kohlensäure einen so günstigen Einfluß ausübt; dies ist jedoch leicht erklärlich. Die Mengen der undissoziierten Bleisalze ($PbSO_4$, $PbCl_2$ usw.), sind gesetzmäßig mit der Konzentration der Blei-Ionen verknüpft; wird nun die letztere in der Seite 384 erörterten Weise herabgedrückt, so muß auch rückwirkend die Menge der undissoziierten Bleisalze verringert werden und dementsprechend die Gesamtbleilöslichkeit sinken. Das Verhältnis von freier zu gebundener Kohlensäure, wie es nach Analogie der Dessauer Wässer in Tabelle 18

Tabelle 19b. Einwirkung von lufthaltigem, destilliertem Wasser auf Blei bei Gegenwart von Natriumhydrokarbonat ($NaHCO_3$), Natriumsulfat (Na_2SO_4) und freier Kohlensäure.

(Wie in Tabelle 19a, jedoch ein Teil der freien Kohlensäure durch Zusatz von Natriumkarbonat gebunden, d. h. in Hydrokarbonat übergeführt).

Versuchsanordnung nach Fig. 1 und 2. Das Versuchsgefäß enthielt etwa 80 m Bleispäne von 1,5 mm Breite. Gesamtdauer des Versuches ohne Unterbrechung 53 Stunden. Die in je 1 Stunde abgelaufene Flüssigkeitsmenge schwankte bei Versuch I zwischen 480 und 520 ccm; bei Versuch II zwischen 205 und 280 ccm.

Der Gehalt an Sauerstoff (O_2) betrug 8,8—9,1 mg = 0,28 Millimol in 1 l.
„ „ „ Natriumhydrokarbonat ($NaHCO_3$) betrug 128,3 mg = 1,53 Millimol in 1 l.
„ „ „ Natriumsulfat (Na_2SO_4) betrug 71,1 mg = 0,5 Millimol in 1 l.
„ „ „ freier Kohlensäure (CO_2) betrug 9,8—9,6 mg = 0,21—0,22 Millimol in 1 l.

Temperatur: 18,0—18,2°.

Versuchszeit	Gelöste Bleimenge berechnet auf 1 Liter	
	I Durchflußgeschwindigkeit etwa 0,5 l in 1 Stunde	II Durchflußgeschwindigkeit etwa 0,25 l in 1 Stunde
1. Tag. 11—12 U. vorm.	1,4 mg	1,6 mg
12—1 „ nachm.	1,8 „	1,5 „
1—2 „ „	1,4 „	1,5 „
2—3 „ „	1,3 „	1,8 „
2. Tag. 9—10 „ vorm.	1,8 „	1,8 „
10—11 „ „	1,3 „	1,3 „
11—12 „ „	1,3 „	1,3 „
12—1 „ nachm.	1,3 „	1,3 „
1—2 „ „	1,3 „	1,8 „
2—3 „ „	1,8 „	1,3 „
3—4 „ „	1,2 „	1,8 „
3. Tag. 9—10 „ vorm.	1,2 „	1,3 „
10—11 „ „	1,8 „	1,3 „
11—12 „ „	1,3 „	1,3 „
12—1 „ nachm.	1,3 „	1,3 „
1—2 „ „	1,3 „	1,8 „
2—3 „ „	1,8 „	1,2 „
3—4 „ „	1,2 „	1,2 „

gewählt worden ist, reicht wohl aus, um die Blei-Ionenkonzentration und damit die Gesamtbleilöslichkeit auf den angegebenen kleinen Betrag herabzudrücken, wenn keine anderen Salze zugegen sind; sind aber solche vorhanden, wie in den Dessauer Wässern und bei der Versuchsreihe der Tabelle 19a, so muß die Blei-Ionenkonzentration durch Verringerung von freier Kohlensäure und Vermehrung von Hydrokarbonat noch weiter herabgesetzt werden, wenn dieselben kleinen Werte der Bleilöslichkeit erreicht werden sollen. Es wurde daher in einer weiteren Versuchsreihe die zum Versuch 19a benutzte Lösung durch Zusatz von Natriumkarbonat soweit verändert, daß sie jetzt in 1 Liter nur noch etwa 9 mg freie Kohlensäure, dagegen ca. 130 mg Natriumhydrokarbonat enthielt, während der Gehalt an Natriumsulfat und Sauerstoff derselbe geblieben war (Tabelle 19b, Seite 387).

Wie ersichtlich, sind gegenüber Tabelle 19a die gelösten Bleimengen auf die Hälfte herabgegangen, wie nach den obigen Ausführungen zu erwarten stand.

Mit diesem letzteren Versuche ist zugleich die Wirkung der „Korrektion" der Dessauer Wässer an einfachen, reinen Lösungen veranschaulicht worden.

Über den Nachweis und die Bestimmung kleinster Mengen Blei im Wasser.

Von

Dr. **B. Kühn,**

früherem wissenschaftlichen Hilfsarbeiter im Kaiserlichen Gesundheitsamte, jetzigem Vorsteher des chemischen Laboratoriums der Königlichen Auslandsfleischbeschaustelle zu Stettin.

A. Einleitung.

Die Menge Blei, welche aus dem Material bleihaltiger Leitungsröhren in das Wasser übergehen kann, ist sehr schwankend und außer von der Beschaffenheit des Wassers von einer Reihe von Umständen abhängig, auf die hier nicht näher eingegangen werden soll.

Der Bleigehalt des Dessauer Leitungswassers z. B., welches aus Anlaß der im Jahre 1886 vorgekommenen Vergiftungsfälle vielfach untersucht wurde, stieg nach den Veröffentlichungen von C. Heyer[1]) im Höchstfalle bis auf 10,77 mg Blei im Liter Wasser, und der durchschnittliche Bleigehalt von 48 Wasserproben, welche an verschiedenen Stellen der Stadt Dessau entnommen waren, betrug 4,143 mg Blei im Liter Wasser.

Über die Grenze der Schädlichkeit des aus dem Material der Wasserleitung in das Wasser übergegangenen Bleis sind bisher unantastbare Zahlenwerte nicht festgelegt worden, und sie werden sich wohl auch, wie G. Wolffhügel hervorhebt[2]), in Anbetracht der individuellen Unterschiede in der Empfänglichkeit für die Giftwirkung schwer bestimmen lassen; daher erklärt es sich auch, daß die in der Literatur hierüber niedergelegten Meinungen der verschiedenen Autoren weit auseinander gehen.

---

[1]) Dr. Carl Heyer, Ursache und Beseitigung des Bleiangriffs durch Leitungswasser. Dessau 1888, Verlagsbuchhandlung von Paul Baumann, S. 10—12.

[2]) G. Wolffhügel, Wasserversorgung und Bleivergiftung. Gutachten über die zu Dessau im Jahre 1886 vorgekommenen Vergiftungsfälle. Arbeiten aus dem Kaiserl. Gesundheitsamte II. 484—542 (1887).



J. Smith[1]) erklärt Wasser für unschädlich, das in 10 Pfd. weniger als $^1/_{20}$ Grain Blei (etwa 0,71 mg im Liter) enthält.

Nach Angus Smith[2]) kann Wasser für viele Personen schädlich sein mit $^1/_{40}$ Grain Blei in der Gallon (d. i. etwa 0,36 mg Blei im Liter Wasser), während andere durch $^1/_{10}$ Grain Blei (d. i. etwa 1,43 mg Blei im Liter) nicht berührt werden.

Fr. Crace Calvert[3]) hat gefunden, daß das Leitungswasser in Manchester der Gesundheit nachteilig war, wenn es 0,1 bis 0,3 Grain Blei in der Gallon (d. i. etwa 1,43 bis 4,28 mg im Liter) enthielt.

Th. Stevenson[4]) berichtet, daß der Bleigehalt des Wassers bei einer zu Huddersfield im Jahre 1883 beobachteten Vergiftung zu 0,01 bis 0,84 Grain in der Gallon (d. i. etwa 0,143 bis 11,98 mg im Liter) und in einem zweiten, zu Keighley vorgekommenen Falle zu 0,61 Grain Blei in der Gallon (d. i. etwa 8,7 mg im Liter) gefunden worden war.

H. Guéneau de Mussy[5]) teilt mit, daß bei den zu Schloß Claremont vorgekommenen Vergiftungen das Wasser nach der Analyse von A. W. Hofmann nur 0,0015 oder gar 0,0002 % Blei (d. i. 2—15 mg im Liter) enthalten habe.

In dem Huddersfielder Vergiftungsfalle des Anwaltes Milnes enthielt das Wasser zufolge einer Mitteilung von C. Aird[6]) nach zwölfstündigem Stehen in der bleiernen Hausleitung 1,997 mg Blei im Liter.

Bei einer von Lemmer[7]) zu Sprockhövel (Westfalen) in der eigenen Familie beobachteten Bleivergiftung ist der Bleigehalt des Wassers im Laboratorium des Kaiserlichen Gesundheitsamtes zu 0,5 bis 1,6 mg im Liter bestimmt worden.

Nach Sinclair Whites[8]) Meinung soll ein Wasser, welches mehr als $^1/_9$ oder $^1/_{10}$ Grain Blei in der Gallon Wasser (d. i. etwa 1,58 oder 1,43 mg im Liter) gefährlich und als Getränk zu verwerfen sein.

S. Steiner[9]) ist auf Grund der Angaben von Smith, Graham und Calvert der Meinung, daß „die mit Berücksichtigung der individuellen Verschiedenheiten noch als unschädlich zulässige maximale Bleimenge" auf 0,7 mg Blei im Liter Wasser anzunehmen sei.

Man kann sonach keine allgemein gültige untere Grenze für die Schädlichkeit des Bleis angeben und wird daher vom Standpunkt der Gesundheitspflege bleihaltige Trinkwässer selbst dann vom Gebrauch ausschließen müssen, wenn ihr Bleigehalt

---

[1]) J. Smith, vergl. R. Kersting (Riga 1868), Über Wasser in Metallröhren. Dingl. polyt. Journ. **169**, 188 (1868).

[2]) Angus Smith, Dinglers polytechn. Journal **162**, 222 (1861).

[3]) Fr. Crace Calvert, ibid. S. 220.

[4]) Th. Stevenson, Guys Hospital Report, **26**, 473 (1883), ref. in Virchow-Hirschs Jahresbericht I, 407 (1883).

[5]) H. Guéneau de Mussy, Dublin quarterly journal of medical sciences, Mai 1849, ref. bei A. Chevallier, Annales d'hygiène publique **50**, 318 (1858).

[6]) C. Aird, Gesundheitsingenieur **18**, 569 (1886).

[7]) Arbeiten aus dem Kaiserl. Gesundheitsamte II, **496** (1887).

[8]) Sinclair White vergl. C. Aird a. a. O. erwähnt; vergl. auch The Lancet 1886, 18 September.

[9]) S. Steiner (J. von Fodor) Archiv für Hygiene III, 126 (1885).

schon ein sehr geringer ist. Diese Vorsicht ist, wie auch G. Wolffhügel[1]) hervorhebt, bei dem tückischen Charakter des Bleis und seiner Eigentümlichkeit, sich im menschlichen Organismus aufzuspeichern, durchaus notwendig.

Man wird daher, sobald verdächtiges zu Genußzwecken bestimmtes Leitungswasser auf Blei zu untersuchen ist, darnach trachten, daß auch Spuren von Blei der Entdeckung und Bestimmung nicht entgehen können.

B. Überblick über die verschiedenen Verfahren zum Nachweise und zur Bestimmung des Bleis im Wasser.

1. Qualitative Methoden.

Als sicherste Methode, geringe Mengen Blei im Trinkwasser nachzuweisen oder zu bestimmen, gilt das Eindampfen einer größeren Menge des verdächtigen Wassers und Verarbeitung des Trockenrückstandes nach den einschlägigen analytischen Methoden.

Allein diese Art der Untersuchung ist zeitraubend und für eine schnelle Feststellung des Gehaltes an Blei in einer größeren Reihe von Wasserproben nicht geeignet. Von verschiedenen Forschern sind daher Methoden vorgeschlagen worden, nach welchen die Ermittlung des Bleis auch ohne Eindampfen des Wassers schnell vor sich gehen soll.

Als einfachstes Verfahren dieser Art ist das Filtrieren des bleihaltigen Wassers durch Filter aus Papier, Watte, Asbest oder Kohle zu erwähnen, wobei das Blei im Filter zurückgehalten werden soll und dann daraus leicht auszuziehen ist.

Schon im Jahre 1845 hatte R. Philipps[2]) beobachtet, daß bleihaltiges Wasser, nachdem es durch Papier filtriert worden war, kein Blei mehr enthielt. Diese Erfahrung wurde von anderen Forschern u. a. von Fordos[3]), Besnou[4]) und E. Reichardt[5]) bestätigt; allein Balard[6]) gibt an, daß selbst nach Filtration durch sieben Papiere das Wasser von den letzten Spuren Blei nicht zu befreien ist.

Eingehende Untersuchungen hierüber wurden auf Veranlassung von G. Wolffhügel[7]) als Referenten des Kaiserlichen Gesundheitsamtes in dem Gutachten über die Dessauer Bleivergiftungsfälle von C. Heyer[8]) angestellt.

Als Filtermaterial dienten Filtrierpapiere verschiedener Stärke und verschiedener Herkunft, ferner Asbest in Form von Pulver und von Scheiben, endlich Kohle. Hierbei zeigte sich, daß das bleihaltige Wasser zwar anfangs das gesamte Blei an das Filter abgibt, daß aber die adsorbierende Wirkung desselben alsbald mehr oder weniger nachläßt.

---

[1]) G. Wolffhügel a. a. O. erwähnt.
[2]) R. Philipps, Chemic. Gaz. Januar 1845, S. 7, refer. in Dingl. polyt. Journ. **45**, 386 (1845).
[3]) Fordos, Compt. rend. **78**, 1108 (1874), refer. in Dingl. polyt. Journal **213**, 163 (1874).
[4]) Besnou, Compt. rend. **78**, 322 (1874).
[5]) E. Reichardt, Arch. Pharm. [3] **25**, 858—877, refer. Chem. Zentralbl. 1887, 1467.
[6]) Balard, Compt. rend. **78**, 392 (1874).
[7]) G. Wolffhügel a. a. O. erwähnt.
[8]) C. Heyer a. a. O. erwähnt.

Auch ist darauf hinzuweisen, daß das bei Wolffhügels Versuchen benutzte Wasser (das bleihaltige Dessauer Leitungswasser) nicht etwa Spuren Blei enthielt, sondern mehrere Milligramme im Liter, so daß es immer noch fraglich erscheint, ob auch Wasser von ganz geringem Bleigehalt beim Filtrieren sein Blei abgibt.

Neuerdings hat auch G. Frerichs[1]) eine Methode des Filtrierens zum Nachweise und zur Bestimmung von Blei unter Anwendung von Watte benutzt. Nach diesem Verfahren soll sämtliches Blei (1,46 mg im Liter) von der Watte zurückgehalten werden können. Bei der Nachprüfung der Versuche hat sich aber herausgestellt, daß die Adsorptionskraft der Watte von der Art und Zusammensetzung des bleihaltigen Wassers wesentlich abhängt, und daß die sog. reinen Verbandwatten verschiedener Herkunft ein voneinander abweichendes, mehr oder minder unvollkommenes Adsorptionsvermögen für das gelöste Blei zeigen. Im praktischen Teile der Arbeit, S. 418, soll hierauf näher eingegangen werden.

Ebenfalls nicht einwandsfrei dürfte das auf G. R. Flögels[2]) Beobachtung sich gründende Verfahren zu betrachten sein, wonach aus bleihaltigem Leitungswasser durch einfaches Kochen das Blei vollständig niedergeschlagen wird, und zwar um so schneller, je härter das Wasser ist. Diese Beobachtung dürfte selbst dann nicht genau zutreffen, wenn das Blei nur in Form von Bikarbonat gelöst ist. Durch das Kochen wird das Bikarbonat in Karbonat übergeführt, und dieses fällt nur insoweit aus, als sein Löslichkeitsprodukt überschritten wird. Dazu kommt noch, daß das Blei, selbst wenn es durch den Einfluß der Kohlensäure in Lösung gegangen ist, durch Umsetzungen je nach den Bestandteilen des fraglichen Wassers in durch einfaches Kochen nicht vollständig niederfallende Salze übergehen oder daß es von vorn herein in der Form anderer durch Kochen nicht veränderlicher Salze vorhanden sein kann. Es sind nämlich die undissoziierten Anteile dieser Salze, welche sich der Ausfällung entziehen; das Blei kann sich hierbei nicht anders verhalten als Calcium, das ja ebenfalls aus Wässern durch Auskochen nur zum Teil niedergeschlagen wird. Es bietet demnach diese Kochmethode keine unbedingte Sicherheit für eine einwandsfreie Feststellung von Blei im Wasser.

Es sind ferner Farben-Reaktionen zur Erkennung von Blei angegeben worden; A. Wynther-Blyth[3]) hat im Jahre 1884 gezeigt, daß bleihaltiges Wasser durch einige Tropfen einer durch Alkohol haltbar gemachten Cochenille-Lösung je nach dem Bleigehalt eine purpurrote bis blaue Farbe annimmt. Nach dieser Methode soll sich noch 0,1 Grain Blei in einer Gallon Wasser (d. i. etwa 1,43 mg Blei im Liter) erkennen lassen.

Abgesehen davon, daß dieses Verfahren bei weitem nicht die erforderliche Empfindlichkeit des Bleinachweises besitzt, gibt der Verfasser auch nicht an, ob und inwieweit andere Bestandteile des Wassers (z. B. Aluminium-, Ferro- und Manganoverbindungen) die Reaktion beeinflussen.

---

[1]) G. Frerichs, Apoth. Zeit. **17**, 884—885 (1902), refer. Zeitschr. f Unters. d. Nahr.- u. Genußm. **6**, 572 (1903).

[2]) G. R. Flögel, Repert. analyt. Chem. **7**, 209—211, refer. Chem. Zentralbl. **1887**, **1241**.

[3]) A. Wynther-Blyth, The Analyst **9**, **41**.

Eine andere im Jahre 1903 von A. Trillat[1]) angegebene Farben-Reaktion auf Mangan und Blei beruht auf der oxydierenden Wirkung ihrer Bioxyde auf das Tetramethyldiamidodiphenylmethan, welches hierbei in das blau gefärbte entsprechende Karbinol übergeht. Diese Reaktion ist von dem genannten Verfasser in der Tat zum Nachweise von Blei in Wasser benutzt worden. Das Wasser wird mit Schwefelsäure eingedampft, der Rückstand unter Umständen zur Entfernung des Mangans ausgelaugt und dann mit Hypochlorit oxydiert. Nach Verjagung des Chlors wird darauf die Probe angestellt.

Der von H. Hager[2]) mitgeteilte Nachweis von Blei im Wasser beruht auf elektrochemischen Vorgängen. Der Verfasser schlägt vor, zwei blanke Stahlnadeln, die sich kreuzen, in das mit Essigsäure schwach angesäuerte Wasser teilweise einzutauchen und 6—7 Stunden darin stehen zu lassen. Die Nadeln bekleiden sich bei Gegenwart von Blei mit einem grauen, matten Beschlage, welcher sich von denjenigen blanken Teilen der Stahlnadeln, die mit dem Wasser nicht in Berührung kamen, deutlich abhebt. Bei Spuren von Blei entstehen aber statt des gleichmäßigen Beschlages nur vereinzelte schwarze Flecke, welche, wie Hager selbst hinzufügt, auch bei einem bleifreien Wasser auftreten. Die Empfindlichkeit dieser Probe ist also nicht groß genug. Ferner ist darauf hinzuweisen, daß die Hagersche Probe keine Identitäts-Reaktion darstellt; das ausgeschiedene Blei müßte von den Nadeln immer erst mittels Säuren gelöst und in der Lösung, welche Eisen und andere Metalle enthalten kann, nachgewiesen werden.

Mehr Aussicht auf Erfolg, das gelöste Blei aus dem Wasser ohne Eindampfen isolieren und sicher nachweisen zu können, bieten die Methoden der chemischen Fällung. Da von allen Verbindungen des Bleis das Schwefelblei einer der unlöslichsten Körper ist, so kommt in erster Linie als Fällungsreagens der Schwefelwasserstoff in Betracht.

Obwohl die Wirkung desselben so empfindlich ist, daß nach V. Lehmann[3]) sich noch 0,1 mg Blei im Liter durch die Braunfärbung deutlich erkennen läßt, so ist bei geringen Mengen von Blei die Isolierung und Untersuchung des entstandenen Niederschlages wegen seines kolloidalen Zustandes ohne weiteres nicht durchführbar.

Daher mag es wohl kommen, daß verschiedene andere Fällungsmittel vorgeschlagen wurden, welche von dieser Unzuträglichkeit frei sind. Sidney Harvey[4]) z. B. verwendet zur Fällung Kaliumbichromat. Er versetzt 1/2 Liter des zu untersuchenden Wassers mit etwa 0,1 g Kaliumbichromat in Kristallen und löst durch Schütteln. Nach 15 Minuten tritt bei einem Gehalt von 0,28 mg Blei im Liter noch eine deutliche Trübung auf, welche sich im Verlaufe von 12 Stunden als Niederschlag absetzt. Ein blinder Versuch mit bleifreiem Wasser, sowie vollständige Klarheit des zu untersuchenden Wassers sind hierbei notwendig. Die angegebene Grenze der

---

[1]) A. Trillat, Compt. rend. **136**, 1205—1207, refer. Chem. Zeit. **27**, 555 (1903).

[2]) H. Hager, Pharm. Zeit. **33**, 372—373 u. 425—426, refer. Chem. Zentralbl. 1888, 1043.

[3]) V. Lehmann, Zeitschr. physiol. Chem. **6**, 1—42, refer. Chem. Zentralbl. 1882, 253.

[4]) Sidney Harvey, The Analyst **15**, 68 (1890), refer. Chem. Zentralbl. 1890, I, 836 und Zeitschr. analyt. Chem. **21**, 417.

Empfindlichkeit zeigt den Nachteil des Kaliumbichromates gegenüber dem Schwefelwasserstoff; ferner ist zu bemerken, daß sich aus klar filtrierten natürlichen Wässern nach kürzerem oder längerem Stehen oft Eisen und Mangan niederschlagen; hierdurch verliert diese Methode den Charakter der Identitätsprobe und bietet also auch in dieser Beziehung keine Vorteile.

Ähnliche Nachteile haften dem Verfahren von J. C. Berntrop[1]) an. Der Verfasser versetzt das auf Blei zu prüfende Wasser mit Natriumdiphosphatlösung, schüttelt tüchtig um und läßt 24 Stunden stehen. Der aus den Phosphaten sämtlicher Schwermetalle und Erdalkalimetalle bestehende Niederschlag wird ausgewaschen, in Salpetersäure gelöst und das Blei nach dem üblichen analytischen Gange isoliert. Die Empfindlichkeit der Probe gibt der Verfasser zu 0,025 mg Blei im Liter Wasser an, und 0,5 mg Blei im Liter Wasser sollen sich noch scharf bestimmen lassen.

Einen eigenartigen Weg zur Isolierung des Bleis aus dem Wasser schlägt Bellocq[2]) ein. Er benutzt zur Fällung eine ammoniakalische Zinklösung. Hierbei fällt das gelöste Blei nieder und wird in der essigsauren Lösung des Niederschlages mit Kaliumbichromat nachgewiesen. In welcher Form sich hierbei das Blei niederschlägt, ist nicht festgestellt und die Vollständigkeit der Ausfällung nicht bewiesen.

Verschiedene Autoren kehren daher zur Fällung mit Schwefelwasserstoff zurück und suchen das in verdünnten Lösungen kolloidal ausfallende Schwefelblei durch einfache Hilfsmittel in den filtrierbaren Zustand überzuführen.

In erster Linie verdient in dieser Hinsicht Aufmerksamkeit das von U. Antony und T. Benelli[3]) angewandte Verfahren.

Die Verfasser leiten durch 4 bis 6 Liter des zu untersuchenden Wassers, nachdem sie darin 20 bis 30 g Chlorammonium und 2 bis 3 g reines Quecksilberchlorid aufgelöst haben, einen Strom von Schwefelwasserstoffgas in der Kälte. Der entstehende Niederschlag von Schwefelquecksilber reißt sämtliches Bleisulfid mit nieder, so daß die Flüssigkeit nach mehrstündiger Ruhe vollständig farblos und klar erscheint.

Aus dem getrockneten Niederschlage wird das Quecksilber durch Glühen entfernt und im Rückstande das Blei ermittelt.

Die Verfasser benutzen diese Methode auch zur quantitativen Bestimmung des Bleis als Schwefelblei durch Glühen des Niederschlages im Schwefelwasserstoffstrome. Enthält das Wasser jedoch, wie in den meisten Fällen, Kieselsäure bezw. Silikate, Eisen- und Aluminiumsalze, so werden auch diese mit niedergerissen. In diesem Falle wird das unreine Bleisulfid durch Glühen an der Luft in unreines Bleisulfat übergeführt und nach der Wägung von genannten Verbindungen durch weinsaures Ammonium getrennt. Durch nochmalige Wägung des Ungelösten erhält man aus der Differenz den Gehalt an Bleisulfat.

Daß durch dieses Verfahren das angestrebte Ziel der möglichsten Abscheidung

---

[1]) J. C. Berntrop, Chem. Zeit. **20**, 1020 (1896), refer. The Analyst **22**, 110.

[2]) Bellocq, Journ. Pharm. Chim. [6] **13**, 56—57, refer. Zeitschr. f. Unters. d. Nahr.- und Genußm. **4**, 853 (1901).

[3]) U. Antony und T. Benelli, Gazz. chim. ital. **1**, 218 u. **2**, 194, refer. Zeitschr. anorg. Chem **14**, 186 u. **17**, 147, sowie Zeitschr. anal. Chem. **42**, 649.



des Bleis aus dem Wasser erreicht wird, ist wahrscheinlich; nicht aber dürfte mit Sicherheit anzunehmen sein, daß durch die Glüh-Operation Verluste an Blei vollständig vermieden werden.

Von dem Bedenken, daß die entweichenden Quecksilberdämpfe Schwefelblei mechanisch fortreißen könnten, soll abgesehen werden, obwohl bei den geringen in Betracht kommenden Bleimengen gegenüber der etwa tausendfachen Menge fortzuglühenden Quecksilbers ein solcher Gedanke sich ohne weiteres nicht unterdrücken läßt; allein es ist hier an die Flüchtigkeit der Bleiverbindungen zu erinnern. Schwefelblei setzt sich bei Gegenwart von Sauerstoff oder sauerstoffhaltigen Verbindungen leicht in Bleioxyd um, und dieses ist schon bei schwacher Glühhitze flüchtig.

T. W. Hogg[1]) hat z. B. nachgewiesen, daß Bleioxyd schon unterhalb der Temperatur seines Schmelzpunktes bei kaum sichtbarer Glühhitze sich merklich verflüchtigt.

Ein anderes Verfahren, das kolloidal ausfallende Schwefelblei in eine Form umzuwandeln, daß es auf dem Filter zurückgehalten wird, befolgt C. Guldensteeden-Egeling[2]). Er schüttelt das Wasser, nachdem es mit Essigsäure angesäuert und mit Schwefelwasserstoff behandelt worden ist, kräftig mit gereinigtem Talkum; hierdurch wird das Bleisulfid mit niedergerissen und kann aus dem durch Watte abfiltrierten Niederschlage mit Salpetersäure ausgezogen werden. Der Nachweis des Bleis geschieht dann nach dem Verdampfen der Säure mit Kaliumbichromat. Auf dieses Verfahren wird später näher eingegangen werden.

Bei der Fällung des Bleis mit Schwefelwasserstoff aus dem Wasser ist jede freie Mineralsäure, namentlich Salzsäure, zu vermeiden, da sonst Spuren von Blei der Fällung entgehen können. Man muß daher Essigsäure zum Ansäuern verwenden. Hierbei fällt, wenn der Gehalt der freien Essigsäure 0,25 % nicht untersteigt, das im Wasser etwa vorhandene Mangan (siehe später bei den praktischen Versuchen) nicht mit aus; man kann aber nicht verhindern, daß sich Eisen hierbei mit abscheidet, wie auch schon C. Heyer[3]) beobachtet hat. Dieser Übelstand erfordert wieder zwecks Isolierung des Bleis eine umständliche und zeitraubende Behandlung des Niederschlages. C. Heyer[3]) verfährt infolgedessen so, daß er das Wasser unter Zusatz von etwas bleifreier Schwefelsäure bis zur Trockne eindampft, durch wiederholtes Auslaugen mit verdünntem, schwefelsäurehaltigem Alkohol das Eisen entfernt und das im Rückstande verbleibende Bleisulfat aus seiner Lösung in weinsaurem Ammonium mit Schwefelwasserstoff niederschlägt.

Heyer dampft allerdings hierbei nur $^1/_2$ l des fraglichen Wassers (bleihaltiges Dessauer Leitungswasser) ein, da für die von ihm befolgte kolorimetrische Methode der Bleibestimmung die Anwesenheit nur minimaler Mengen von Blei schon genügte.

Auch A. Liebreich[4]) kann das Eindampfen nicht umgehen; das Blei wird nach

---

[1]) T. W. Hogg, Chem. Zentralbl. 1889, II, 739. British-Assoc. New-castle on Tyne Orig. Mittl.

[2]) C. Guldensteeden-Egeling, Nederlandsch Tijdschr. voor Pharmazie 1896; refer. Apoth Zeit. **11**, S. 282 (1896) und Pharm. Zentr. H. **37**, 767.

[3]) C. Heyer, a. a. O. erwähnt.

[4]) A. Liebreich, Chem. Zeit. **22**, 225 (1898).

Einkochen des mit Essigsäure angesäuerten Wassers durch Schwefelwasserstoff gefällt, mittels Salpetersäure und Schwefelsäure in unreines Bleisulfat übergeführt, und die Lösung des schwefelsauren Bleis in Kalilauge mit frisch dargestelltem Schwefelammonium kolorimetrisch bestimmt bez. untersucht. Als Vergleichsflüssigkeit dient hierbei eine bekannte Lösung von Bleisulfat in Kalilauge.

Das kolorimetrische Verfahren der Bestimmung des Bleis darf, wie bekannt, immer nur unter bestimmten, stets gleich bleibenden Bedingungen ausgeführt werden, und dennoch wird die Farbe von so vielen Zufälligkeiten beeinflußt, daß die hierbei erhaltenen Zahlen wie u. a. C. Heyer[1]) und G. Wolffhügel[2]) hervorheben, immer nur den Charakter von Schätzungswerten haben.

Zur Kontrolle seiner Bleibestimmungen führt A. Liebreich das kolorimetrisch ermittelte Schwefelblei durch Erwärmen der Flüssigkeit und Abfiltrieren des zusammengeballten Niederschlages nach dem Auswaschen und Veraschen in Bleisulfat über, welches dann gewogen wird. Bei guter Arbeit, so bemerkt Liebreich, stimmen die Resultate der kolorimetrischen und gewichtsanalytischen Ermittlung überein.

Aus den von C. Heyer und A. Liebreich befolgten Methoden geht hervor, daß die Trennung des Bleis vom Eisen zeitraubend ist. Weiter unten wird gezeigt werden, wie sich aus dem in essigsaurer Lösung erhaltenen Blei- und Eisenniederschlage das Blei auch ohne Trennung vom Eisen schnell und sicher bestimmen läßt.

Erwähnt möge hier werden, daß der Gedanke an eine kolorimetrische Bestimmung des Bleis auch von mir erwogen, allein wegen der unvermeidlichen Ungenauigkeit verlassen wurde, obwohl sich außer Liebreich noch andere Autoren der kolorimetrischen Methode bedienen wie Pelouze[3]), G. Bischoff[4]), Leo Liebermann[5]), P. Carles[6]), Maurice Lucas[7]), E. R. Budden und H. Hardy[8]).

Auch F. L. Teed[9]) benutzt das kolorimetrische Verfahren; er gibt sogar eine Methode an, welche das Blei auch bei gleichzeitiger Anwesenheit von Eisen und Kupfer, ohne daß eine Trennung der Metalle nötig ist, kolorimetrisch zu bestimmen gestattet. Als Reagens benutzt er ein Gemisch von Schwefelammonium, Ammoniak und Cyankalium; letzteres soll die genannten beiden Schwermetalle als farblose bez. die Farbe des Schwefelbleis nicht beeinträchtigende Cyandoppelsalze in Lösung halten.

2. Quantitative Verfahren zur Bestimmung des Bleis im Wasser.

a) Gewichtsanalytische Verfahren.

Was die gewichtsanalytische Bestimmung des Bleis als Sulfat betrifft, so ist sie zeitraubend und mit manchen Fehlerquellen behaftet, welche bei der Bestimmung

[1]) C. Heyer, a. a. O. erwähnt.

[2]) G. Wolffhügel, a. a. O. erwähnt.

[3]) Pelouze, Fresenius quant. Anal. VI. Aufl., I., S. 338.

[4]) G. Bischoff, Zeitschr. f. analyt. Chem. 18, 73—75.

[5]) Leo Liebermann, Pharmaz. Zent.-H. 29, 10—11.

[6]) P. Carles, Journ. Pharm. Chim. [6] 12, 517—520; refer. in Zeitschr. f. Unters. der Nahr. u. Genußm. 4, 559 (1901).

[7]) Maurice Lucas, Vierteljahrsschr. d. Chem. d. Nahr.- u. Genußm. 11, 139 (1896); refer. Chem. Zeit. 20, 56.

[8]) E. R. Budden u. H. Hardy, The Analyst 19, 169.

[9]) F. L. Teed, The Analyst 17, 142—143; refer. Chem. Zentralbl. 1892, 2, 556.

kleinster Mengen schwer ins Gewicht fallen. Zunächst sind in der Waschflüssigkeit vom Bleisulfat stets noch Spuren von Blei mittels Schwefelwasserstoffes nachweisbar; es ist dies eine bekannte Erfahrung der Analytiker (u. a. L. Schneider[1]) und F. Hundeshagen[2])). Ferner ist schon früher (S. 395) darauf hingewiesen worden, daß Bleiverbindungen beim Glühen flüchtig sind, namentlich Bleioxyd und, wie hier hervorzuheben ist, in noch höherem Maße metallisches Blei. Dieses, sowie das Oxyd können sich beim Glühen des Sulfates durch die reduzierende Wirkung des Filters (bei den geringen hier in Betracht kommenden Bleimengen läßt sich das Bleisulfat vom Filter oft gar nicht trennen) leicht bilden und dann entweichen.

In richtiger Würdigung dieser Fehlerquelle hat Irving C. Bull[3]) neuerdings die Anwendung von Gooch-Tigeln und Wägung des bei 120° getrockneten Bleisulfates vorgeschlagen; trotz dieser Verbesserung wird aber immer noch nicht die dritte Fehlerquelle beseitigt, nämlich die durch Wägung bedingte, welche bei geringen Bleimengen von nicht unerheblichem Einfluß sein kann.

Die unvermeidlichen Wägungsfehler dürften auch gegen die elektrolytische Bestimmung kleiner Mengen von Blei sprechen. Von den beiden möglichen Ausführungsarten: kathodische Abscheidung als Blei bezw. Bleiamalgam oder anodische als Bleisuperoxyd, kommt praktisch nur die letztere in Betracht. Dabei wirken nun gewisse gleichzeitig in Lösung befindliche Stoffe störend, so daß G. Meillère[4]) das Blei zunächst als Sulfid isoliert (unter gleichzeitiger Ausfällung von zugefügtem Kupfer, zwecks besserer Zusammenballung des Niederschlages), dieses in das Nitrat verwandelt und dann elektrolysiert. Hollard[5]) hat aber gezeigt, daß die anodische Abscheidung, je nach der Konzentration der Elektrolyten, schwankende Zusammensetzung hat, und speziell in sehr verdünnten Bleilösungen einen weit höheren Sauerstoffgehalt aufweist, als PbO_2 entspricht. Man müßte diese Verbindung erst in eine einheitliche, wägbare Form überführen.

b) Volumetrische Verfahren.

Bei zusammenfassender Betrachtung der dem gewichtsanalytischen und elektrolytischen Verfahren anhaftenden Mängel wird man auf den Weg der volumetrischen Bestimmung des Bleis hingewiesen.

Hier sind Fehler, die durch Wägung oder durch Verluste beim Glühen bedingt werden, ausgeschlossen, und die der volumetrischen Analyse anhaftenden Fehler der Abmessung und Ablesung lassen sich durch Anwendung stark verdünnter Titerlösungen auf ein geringstes Maß beschränken, zumal wenn man auch recht empfindliche Indikatoren zur Verfügung hat.

Außerdem fällt zugunsten der volumetrischen Methode die Möglichkeit einer

[1]) L. Schneider, Zeitschr. f. analyt. Chem. **42**, 645; refer. Chem. Zentralbl. 1898, II., 559.

[2]) F. Hundeshagen, Zeitschr. f. öffentl. Chem. **4**, 673—676 (1898); refer. Zeitschr. f. analyt. Chem. **42**, 651.

[3]) Irving C. Bull, Zeitschr. f. analyt. Chem. **41**, 653 (1903).

[4]) G. Meillère, Journ. Pharm. Chim. **16**, 465—469 (1902).

[5]) Hollard, Compt-rend. **186**, 229—231; refer. Chem. Zentralbl. **1903**, **1**, **560** und The Analyst **28**, 251.

schnellen Ausführbarkeit der Analyse erheblich ins Gewicht und zwar um so mehr, je größer die Anzahl der Bleibestimmungen wird.

In der Literatur finden sich viele Methoden beschrieben, welche das Blei auf volumetrischem Wege zu bestimmen gestatten, und fast alle in der Titrier-Analyse möglichen Verfahren sind hier eingeschlagen worden.

Es fehlt auch nicht an Vorschlägen zur gasometrischen Bestimmung des Bleies.

Von den volumetrischen Methoden möge zuerst die alkalimetrisch-azidimetrische von Ruoss[1]) erwähnt werden.

Sie beruht darauf, daß Bleisulfat beim Kochen mit Barytlauge sich in ein basisches Salz $PbSO_4 \cdot PbO$ verwandelt, also die Hälfte seiner Schwefelsäure verliert: $2\,PbSO_4 + Ba\,(OH)_2 = PbSO_4 \cdot PbO + BaSO_4 + H_2O$.

Wird die überschüssige Barytlauge mit Säure unter Anwendung von Phenolphtaleïn als Indikator zurücktitriert, so läßt sich aus der verbrauchten Lauge die Menge des Bleis berechnen.

Eine andere alkalimetrisch-azidimetrische Methode rührt von E. König von der Houghton-School of Mines her; sie ist mit Genehmigung des Verfassers von Irving C. Bull[2]) kurz veröffentlicht worden.

Das Blei wird hierbei in Sulfat übergeführt, durch Waschen mit fünfprozentiger Schwefelsäure von löslichen Sulfaten befreit und durch Schütteln mit Ammoniumkarbonatlösung in Bleikarbonat verwandelt. Das ausgewaschene Bleikarbonat wird mit überschüssiger $\frac{n}{10}$ Salpetersäure gelöst und die nicht gebundene Salpetersäure mit $\frac{n}{10}$ Natronlauge unter Anwendung von Methylorange als Indikator zurücktitriert.

Bei weitem größer ist die Zahl der vorgeschlagenen volumetrischen Fällungsmethoden, als deren einfachste die von P. Casamajor[3]) angegebene zu betrachten ist. Das ausgewaschene Bleisulfat wird in Natronlauge gelöst und mit einer eingestellten Natriumsulfidlösung so lange versetzt, bis ein Niederschlag von Schwefelblei nicht mehr entsteht. Der Endpunkt der Titration läßt sich nach des Verfassers Mitteilung scharf erkennen, wenn die Fällung in einer weißen Porzellanschale vorgenommen wird. — Ob das Verfahren sich für kleinere Mengen Blei eignet, bleibe dahingestellt, selbst wenn man die von Flores Demonte[4]) vorgeschlagenen Abänderungen befolgen wollte, wonach zur Erkennung des Endpunktes der Titration Nitroprussidnatrium als Indikator empfohlen wird. Überdies soll diese Methode nach Mohrs Angaben zu brauchbaren Zahlen nicht führen, weil Schwefelnatrium von Bleisulfid mitgerissen wird.

C. A. M. Balling[5]) schlägt daher folgende Abänderung dieses Verfahrens vor, welche seine Genauigkeit erhöhen soll: Er fällt das Blei nicht mit Schwefelnatrium,

---

[1]) Ruoss, Zeitschr. f. analyt. Chem. 37, 426—428 (1898).

[2]) Irving C. Bull, Zeitschr. f. analyt. Chem. 41, 662 (1903).

[3]) P. Casamajor, Chem. News 45, 167—168; refer. Ber. d. deutsch. chem. Ges. 15, 1215 (1882).

[4]) Flores Demonte, Mohrs Lehrbuch der Titriermethoden 1896, 7. Aufl., S. 505.

[5]) C. A. M. Balling, Zeitschr. f. analyt. Chem. 22, 250—251.

sondern mit überschüssigem Schwefelwasserstoff, kocht den ausgewaschenen Niederschlag mit überschüssiger titrierter Silberlösung bei Gegenwart von Natriumazetat, filtriert vom gebildeten Schwefelsilber ab und bestimmt im Filtrat die nicht verbrauchte Silbermenge durch Titration mit Rhodanammonium nach Volhard. Dies Verfahren ist zu umständlich.

Ebenso umständlich ist die von Jos. Hanus[1]) vorgeschlagene Abänderung, wonach das gefällte Schwefelblei durch Kochen mit Ferrisulfatlösung zersetzt wird: $PbS + Fe_2(SO_4)_3 = S + PbSO_4 + 2\,FeSO_4$. Das entstandene Ferrosalz, welches der vorhandenen Bleimenge entspricht, läßt sich dann mit eingestellter Kaliumpermanganatlösung bestimmen.

Auch die von Mohr angegebene Methode der unmittelbaren Fällung des Bleis mit Kaliumsulfat unter Anwendung von Jodkalium als Indikator eignet sich nicht für solche Bleibestimmungen, welche äußerste Genauigkeit erfordern, da das Bleisulfat eine zu ungenügende Unlöslichkeit besitzt.

Sehr einfach erscheint die von M. E. Haswell[2]) und H. v. Jüptner[3]) befolgte Oxydationsmethode. Sie beruht darauf, daß eine Bleinitratlösung bei Gegenwart von aufgeschlämmtem Zinkoxyd durch Kaliumpermanganat zu unlöslichem Bleisuperoxyd oxydiert wird. Man fügt so lange titrierte Kaliumpermanganatlösung zur Bleilösung hinzu, bis eine bleibende Rötung auftritt.

Dies Verfahren schließt die Anwesenheit anderer durch Kaliumpermanganat oxydabler Metallsalze z. B. Ferrosalze aus; auch soll es nach Longi und Bonavia[4]) keine übereinstimmenden Resultate geben.

Ferner ist die Schwerlöslichkeit des Bleichromats von einer Reihe von Forschern zur volumetrischen Analyse des Bleis benutzt worden.

A. P. Laurie[5]) und J. H. Wainwright[6]) fällen die essigsaure Lösung des Bleis mit einer eingestellten Kalium-Bichromatlösung, bis fast alles Blei als Chromat gefällt ist. Dann wird erhitzt, bis der Niederschlag zu Boden sinkt, und die überstehende klare Lösung zu Ende titriert, wobei Silbernitrat als Indikator benutzt wird. Nach den Erfahrungen von A. Longi und L. Bonavia[7]) ist diese Methode unsicher, weil das gefällte Bleichromat auf Silbernitrat einwirkt.

Andere Autoren fällen mit einem Überschuß von Bichromatlösung und ermitteln die nicht gebundene Menge desselben.

---

[1]) Jos. Hanus, Zeitschr. anorg. Chem. **17**, 111; refer. Zeitschr. f. analyt. Chem. **38**, 49 (1899).

[2]) M. E. Haswell, Dingl. polytechn. Journal **241**, 393—398; refer. Ber. d. D. Chem. Ges. **15**, 390.

[3]) H. v. Jüptner, Österr. Ztg. f. Berg- u. Hüttenwesen **29**, 664; refer. Chem. Zentralbl. **1882**, 58.

[4]) A. Longi und L. Bonavia, Zeitschr. f. anorg. Chem. **17**, 156; refer. Zeitschr. f. analyt. Chem. **41**, 633—635 (1903).

[5]) A. P. Laurie, Chem. News **68**, 211 (1893).

[6]) J. H. Wainwright, Journ. of the Amer. Chem. Soc. **19**, 389—393 (1897); refer. The Analyst **22**, 294—295.

[7]) A. Longi und L. Bonavia, a. a. O. erwähnt.

H. Pellet[1]) erreicht dies durch Anwendung einer bekannten überschüssigen Menge von Ferrosalz und Zurücktitrierung des nicht oxydierten Eisensalzes mit Kaliumpermanganat, während A. S. Cushmann und J. Hayes-Campbell[2]) die zur Reduktion des überschüssigen Chromates gerade nur notwendige Menge einer bekannten Ferrosalzlösung unter Anwendung von Ferricyankalium als Indikator mittels der Tüpfel-Methode ermitteln.

G. Giorgis[3]) schlägt zur Bestimmung des überschüssig hinzugesetzten Bichromates den umständlichen Weg ein, dasselbe durch Reduktion in Chromhydroxyd überzuführen, letzteres in Schwefelsäure zu lösen und die Menge des Chromsulfats durch Titration mit Kaliumpermanganat zu bestimmen.

Andere Forscher benutzen zur Bestimmung des überschüssigen Chromats das jodometrische Verfahren, so F. J. Pope[4]), welcher zur Reduktion arsenige Säure anwendet, deren Überschuß mit Jodlösung ermittelt wird, während O. Sasse[5]) die Menge des vom überschüssigen angesäuerten Chromat aus Jodkalium in Freiheit gesetzten Jods direkt mit Natriumthiosulfat titriert.

Diese jodometrischen Verfahren sollen nach A. Longi und L. Bonavia[6]) gute Resultate liefern.

Außer der Schwerlöslichkeit des Bleichromats ist auch diejenige des Bleiphosphats, des Bleiferrocyanids, des Molybdats, des Oxalats und des Jodats zur Benutzung bei der Fällungsanalyse vorgeschlagen worden.

Die bei der Phosphatfällung überschüssig hinzugesetzte Phosphorsäure wird nach den Versuchen von P. Bayrac[7]) mittels einer bekannten Bleilösung gefunden, wobei man durch Tüpfeln mit Jodkalium die Endreaktion erkennt, und bei der Fällung mit Ferrocyankalium bestimmen Gräger[8]) und M. Yvon[9]) den Endpunkt der Reaktion durch Tüpfeln mit Eisenchlorid, während sich A. C. Beebe[10]) hierbei des Uranazétats bedient.

Für die volumetrische Fällung des Bleis mittels Ammoniummolybdat sprechen sich C. Schindler[11]), H. Alexander[12]) und G. Kroupa[13]) aus. Sie fällen dabei das

---

[1]) H. Pellet, Chem. Zentralbl. 1876, 762.

[2]) A. S. Cushmann und J. Hayes-Campbell, Journ. of the Amer. Chem. Soc. 17, 901—904 (1895); refer. The Analyst 21, 48—49 (1896).

[3]) G. Giorgis, Gazz. chim. ital. 26, II, 522 u. Bull. de la Soc. Chim. Paris 18, 953 (1897).

[4]) F. J. Pope, Journ. of the Amer. Chem. Soc. 18, 737—740 (1896); refer. the Analyst 21, 269—270 (1896).

[5]) O. Sasse, Pharm. Zeit. 36, 659—660; refer. Pharm. Zentralh. 32, 678 u. Chem. Zentralbl. 1892, I, 183.

[6]) A. Longi und L. Bonavia a. a. O. erwähnt.

[7]) P. Bayrac, Journ. de Pharm. et de Chim. 28, 500; refer. Zeitschr. f. anorg. Chem. 6, 206 (1894).

[8]) Gräger, Zeitschr. f. analyt. Chem. 4, 438 (1865).

[9]) M. Yvon, Arch. f. Pharm. 16, 284; Journ. de Pharm. et de Chim. 19, 18 (1889); refer. Vierteljahrsschr. d. Chem. der Nahr.- u. Genußm. 4, 105.

[10]) A. C. Beebe, Chem. News 78, 18; refer. Zeitschr. analyt. Chem. 36, 58 (1897).

[11]) C. Schindler, Zeitschr. f. analyt. Chem. 27, 137—142.

[12]) H. Alexander, Berg- u. Hüttenmänn. Zeit. 52, 201.

[13]) G. Kroupa, Zeitschr. f. angew. Chem. 1884, 303.

Blei aus heißer essigsaurer Lösung und gebrauchen als Indikator eine Tanninlösung (1 : 300), welche bei einem Überschuß des Fällungsmittels eine gelbe Färbung gibt.

Die von Hempel[1]) vorgeschlagene volumetrische Bestimmung des Bleis — Fällung mit Oxalsäure und Bestimmung entweder der verbrauchten oder der überschüssig hinzugesetzten titrierten Oxalsäure mit Kaliumpermanganat — erfreut sich keiner allgemeinen Anerkennung.

In dem zusammenfassenden Urteile, welches Irving C. Bull[2]) gelegentlich einer vergleichenden Prüfung der verschiedenen volumetrischen Bleibestimmungsmethoden abgibt, wird das Oxalatverfahren einer besonderen Beachtung nicht für wert gehalten; der Grund hierfür mag in den Eigenschaften des gefällten oxalsauren Bleis zu suchen sein, welches nicht so unlöslich ist, wie das chromsaure Blei. Auch Mohr weist auf diesen Übelstand hin und legt daher auf eine peinliche Innehaltung der gegebenen Vorschriften bei der Bestimmung großen Nachdruck. Indessen soll nach einer neueren Mitteilung von Böttger[3]) Bleioxalat für analytische Zwecke gut brauchbar und eine diesbezügliche Untersuchung von Pollatz im Gange sein.

Beachtenswert erscheint das Jodatverfahren, welches schon im Jahre 1878 von Ch. A. Cameron[4]) für die Bestimmung des Bleis in Vorschlag gebracht und neuerdings durch E. Rupp[5]) in seiner ausführlichen Arbeit über Metalltitrationen mit Jodsäure wieder in Erinnerung gebracht wurde.

Das Bleijodat soll nach Cameron an Schwerlöslichkeit das Bleisulfat noch übertreffen; Rupp hält die Fällung des Jodats für quantitativ, wenn für die Abwesenheit von Mineralsäuren Sorge getragen wird; er fällt daher in essigsaurer Lösung bei Gegenwart von Natriumazetat und ermittelt die überschüssig hinzugesetzte Jodsäure durch Titration mit Natriumthiosulfat. Rupp hat nach diesem Verfahren gute Resultate erzielt. —

In die Reihe der schwer löslichen Verbindungen des Bleis gehört auch das Bleisuperoxyd; wird doch seine äußerst geringe Löslichkeit in Salpetersäure zur Bestimmung auf elektrolytischem Wege benutzt. Dazu kommt noch, daß es diese Unlöslichkeit in ammoniakalischen Lösungen sowie in solchen Lösungen unverändert bewahrt, welche alkalisch reagierende Salze z. B. Natriumazetat oder geringe Mengen Alkalien enthalten.

Daher erklärt es sich auch, daß eine größere Reihe von Forschern bei der volumetrischen Analyse des Bleis dessen Superoxyd benutzen.

Die Verfahren gründen sich alle auf die Bestimmung des sogenannten „disponiblen" Sauerstoffs, dessen Wirkungsgröße durch die einfache Gleichung

$$2\ PbO_2 = 2\ PbO + O_2$$

dargestellt wird.

Es könnte befremdlich erscheinen, daß das Bleisuperoxyd wegen seiner Unlöslichkeit nicht in die Reihe der fällbaren gewichtsanalytischen Verbindungen des

---

[1]) Mohrs Lehrbuch der Titriermethoden, 7. Aufl., S. 239.
[2]) Irving C. Bull, Zeitschr. f. analyt. Chem. **41**, 653.
[3]) Böttger, Zeitschr. physikal. Chemie **46**, S. 521.
[4]) Ch. A. Cameron, Chem. News **38**, 145; refer. Chem. Zentralbl. **1878**, 696.
[5]) E. Rupp, Arch. d. Pharm. **241**, 437—438.

Bleis allgemein aufgenommen worden ist. Allein es ist darauf hinzuweisen, daß das gefällte Bleisuperoxyd (die Fällung geschieht bekanntlich durch alkalische Hypochlorit- oder bromitlösung) hartnäckig Alkali zurückhält, so daß bei der Analyse zu hohe Zahlen erhalten werden (Schucht[1]), L. Medicus[2])). Bei der elektrolytischen sowie bei der volumetrischen Bestimmung fällt dieser Übelstand fort.

Zur Ermittlung des im Bleisuperoxyd enthaltenen „disponiblen" Sauerstoffs ist meist das jodometrische Verfahren von Bunsen angewendet und auch von H. Fleck[3]) und P. Ebell[4]) empfohlen worden.

Das Superoxyd wird durch Destillation mit Salzsäure zerlegt und das frei gewordene Chlor an seiner Wirkung auf Jodkalium gemessen, wobei die abgeschiedene äquivalente Menge Jod mit Natriumthiosulfat ermittelt wird.

Indes glaubt schon Mohr[5]) die Destillation mit Salzsäure umgehen und durch eine einfache Digestion mit Salzsäure und Jodkalium ersetzen zu können, und Lunge[6]) bestätigt, daß bei dieser Art der Zerlegung in einfacherer Weise und in kürzerer Zeit dieselbe Genauigkeit erreicht wird wie bei Bunsens Destillation. Daher ist dieses Digestionsverfahren auch in die Praxis übergegangen und wiederholt empfohlen worden (M. Lindemann und Motten[7]). Auch W. Diehl[8]) hat sich eingehend mit dieser Frage beschäftigt und namentlich sein Augenmerk darauf gerichtet, wie man bei dieser Digestion die oxydierende Wirkung des Eisenoxyds ausschalten könne, welches die in der Technik häufig zu untersuchenden Superoxyde, wie den Weldon-Schlamm, den Braunstein, die Mennige, das Bleisuperoxyd u. a., in der Regel begleitet.

Er erreichte sein Ziel dadurch, daß er an Stelle der Salzsäure heiße Essigsäure in Anwendung brachte; diese zerlegt wohl die Superoxyde des Mangans und des Bleis, nicht aber das Eisenoxyd. Eine andere Schwierigkeit, insbesondere bei der Zerlegung des Bleisuperoxyds, bot sich in dem Übelstande, daß das gebildete Bleiazetat durch das gleichzeitig anwesende Jodkalium in gelbes, in Essigsäure unlösliches Jodblei verwandelt wurde; dieses beeinflußte die Schärfe der Endreaktion bei der Titrierung des ausgeschiedenen Jods. Diese Schwierigkeit konnte Diehl[9]) durch Anwendung einer konzentrierten Lösung von essigsaurem Ammonium beheben, mit welchem sich Jodblei zu einer farblosen löslichen Doppelverbindung umsetzt.

Max Liebig jr.[10]) hält die Auflösung des ausfallenden Jodbleis nicht für notwendig; er gibt überschüssiges Natriumthiosulfat vor der Digestion mit Essigsäure

---

[1]) Schucht, Zeitschr. f. analyt. Chem. **22**, 487—490.

[2]) L. Medicus, Bericht d. d. chem. Ges. **25**, 2490—2492.

[3]) H. Fleck, Pharm. Zentr.-Halle **22**, 152; ref. Zeitschr. analyt. Chem. **21**, 444.

[4]) P. Ebell, Rep. anal. chem. **6**, 141—143; ref. Chem. Zentralbl. 1886, 378.

[5]) Mohr, Lehrbuch der Titriermethoden 1870, S. 300.

[6]) Lunge, Dingl. polyt. Journ. **235**, 300 (1880).

[7]) M. Lindemann und Motten, Bull. Soc. Chim. Paris 1893, **9**, 812—819; ref. Chem. Zentralbl. 1893, **2**, 1106.

[8]) W. Diehl, Dingl. polyt. Journ. **246**, 196—200.

[9]) W. Diehl, a. a. O. erwähnt.

[10]) Max Liebig jr., Zeitschr. f. angew. Chem. 1901, 828; ref. Zeitschr. analyt. Chem., **41**, 707.

hinzu und behauptet, daß bei der Titrierung des nicht zersetzten Thiosulfats die Endreaktion hinlänglich scharf erkannt werden könne, weil hierbei die Farbe der durch das ausgeschiedene Jodblei zitronengelb gefärbten Flüssigkeit sofort in schmutziges Dunkelgelb umschlägt. Allein der starke Farbenumschlag von blau in farblos oder umgekehrt bei der Jod-Titrierung ist ohne Zweifel einem Umschlage von zitronengelb in dunkelgelb vorzuziehen.

Die Angabe W. Diehls[1]) hat G. Topf[2]) bestätigt gefunden, schlägt jedoch noch einige Änderungen vor. Als Lösungsmittel für das ausgeschiedene Jodblei benutzt er an Stelle des Ammoniumazetats Natriumazetat; ferner findet er, daß die Zerlegung des Bleisuperoxyds schon in der Kälte glatt vor sich geht, vorausgesetzt daß Jodkalium und Natriumazetat in großem Überschusse vorhanden sind.

Außer dem jodometrischen Verfahren werden auch noch andere Methoden zur Bestimmung des im Bleisuperoxyd enthaltenen „disponiblen" Sauerstoffs vorgeschlagen, z. B. von P. Ebell[3]) und H. Fleck[4]) die Ermittlung derjenigen Menge Eisenoxydulsalz, welche durch das aus der Salzsäure in Freiheit gesetzte Chlor in Eisenoxydsalz übergeführt wird. Das überschüssig hinzugesetzte titrierte Ferrosalz wird hierbei durch Titration mittels Kaliumpermanganat ermittelt.

C. Reichard[5]) löst das Bleisuperoxyd in starker Natronlauge und erhitzt mit überschüssiger arseniger Säure bis zum Sieden, wobei Reduktion des Superoxyds eintritt; der Überschuß der arsenigen Säure wird mit Kaliumpermanganatlösung festgestellt.

Ferner hat Schloßberg[6]) die Reduktionswirkung, welche Wasserstoffsuperoxyd nach der Gleichung:

$$H_2O_2 + PbO_2 = PbO + H_2O + O_2$$

auf Bleisuperoxyd ausübt, einem Verfahren für dessen Bestimmung zugrunde gelegt. Das mit alkalischer Bromlösung gefällte und gut ausgewaschene Superoxyd wird durch eine überschüssige Menge einer bekannten Lösung von Wasserstoffsuperoxyd zersetzt, und der Überschuß desselben mit eingestellter Kaliumpermanganatlösung ermittelt.

Diese Wirkung des Wasserstoffsuperoxyds auf Bleisuperoxyd ist auch zu einer gasometrischen Bestimmung des Bleis benutzt worden (C. H. Jones[7])). Hiernach wird der aus beiden Superoxyden bei Gegenwart von Salpetersäure entwickelte Sauerstoff im Nitrometer aufgefangen und gemessen. An der oben aufgestellten Gleichung sieht man, daß das gefundene Gas-Volumen gerade das Doppelte von demjenigen des im Bleisuperoxyd enthaltenen disponiblen Sauerstoffes betragen muß.

Die Arbeit von C. H. Jones hat Anton Baumann[8]) zur Ausarbeitung einer ähnlichen gasometrischen Methode für die Bestimmung des Bleis angeregt. Der Ver-

---

[1]) W. Diehl, a. a. O. erwähnt.

[2]) G. Topf, Zeitschr. f. analyt. Chem. **26**, 137—217 u. 277—302; ref. Chem. Zentralbl. 1887, 870.

[3]) P. Ebell, a. a. O. erwähnt.

[4]) H. Fleck, a. a. O. erwähnt.

[5]) C. Reichard, Chem. Ztg. **22**, 774.

[6]) Schloßberg, Zeitschr. f. analyt. Cem. **41**, 740.

[7]) C. H. Jones, The Analyst **16**, 215—219; ref. Chem. Zentralbl. 1890, **2**, 1027.

[8]) Anton Baumann, Zeitschr. f. angew. Chem. 1891, 328—332; ref. Chem. Zentralbl. **1891, 2, 226**.

fasser führt das Blei in Bleichromat über und unterwirft dasselbe bei Gegenwart von Schwefelsäure der Einwirkung des Wasserstoffsuperoxyds, wobei Reduktion zu Chromisalz eintritt. Das Volum des hierbei entwickelten Sauerstoffs liefert einen Maßstab für die Menge der Chromsäure und somit für das vorhandene Blei.

Eine häufige Anwendung dürften diese gasometrischen Methoden in Anbetracht der Fülle der einfacheren zur Verfügung stehenden volumetrischen Methoden kaum finden, und besonders für die Ermittlung geringer Mengen Blei sind sie nicht brauchbar.

Mit der Beschreibung der vorerwähnten Methoden ist ein Überblick über die Vorschläge zum Nachweise und zur Bestimmung des Bleis gegeben. Es kam nun darauf an, ein Verfahren zu wählen oder so abzuändern, daß es die Bestimmung noch sehr kleiner Mengen Blei im Trinkwasser ermöglichte. Zunächst wurde dies auf gewichtsanalytischem Wege versucht; indes erwies sich die volumetrische Methode von W. Diehl (S. 402) und G. Topf (S. 403) als geeigneter.

Maßgebend hierfür waren das anerkannte Maß der Genauigkeit, welches das jodometrische Verfahren zu erreichen gestattet, und die Unlöslichkeit des Bleisuperoxyds.

Insbesondere regten auch die günstigen Erfahrungen, welche H. Peterson[1]), F. A. Gooch u. F. H. Morley[2]) und E. Rupp[3]) bei der Bestimmung kleinster Mengen edler Metalle auf jodometrischem Wege gemacht hatten, dazu an, das Blei in dieser Weise zu bestimmen. Die ersten drei der genannten Autoren gründen auf das Verhalten des Goldchlorids gegen Jodkalium:

$$AuCl_3 + 3\,KJ = 3\,KCl + AuJ + J_2$$

eine jodometrische Bestimmung des Goldes, wobei das ausgeschiedene Jod mit stark verdünnten Thiosulfatlösungen (je nach der Menge des zu titrierenden Jods mit $\frac{n}{10}$ bis $\frac{n}{1000}$-Lösung) ermittelt wird. Sie erreichen dabei eine Genauigkeit, welche bei Anwendung von etwa 4 bis 9 mg Gold bezw. von 0,05 bis 1 mg Gold die Fehlergrenze von 1,14 % bezw. 4,6 % nicht übersteigt. Wenn auch die von den Verfassern erreichte Genauigkeitsgrenze der Kritik von E. Rupp nicht standgehalten hat, so bleiben ihre tatsächlichen Ergebnisse immerhin bemerkenswert.

In ähnlicher Weise hat Peterson[4]) die Titration des Platins als Platinjodür durchgeführt.

E. Rupp[5]) hat bei der Gold-Titration noch genauere Resultate wie die oben angegebenen erreicht. Er benutzt zur Reduktion des Goldchlorids nicht Jodkalium, sondern titrierte arsenige Säure; diese wird im Überschuß zugefügt und jodometrisch zurückgemessen.

Angesichts dieser Arbeiten konnte angenommen werden, daß auch die jodometrische Bestimmung geringer Mengen Bleisuperoxyd befriedigende Ergebnisse liefern würde; eine Annahme, welche durch die nachstehend beschriebenen Versuche ihre Bestätigung gefunden hat.

---

[1]) H. Peterson, Zeitschr. f. anorg. Chem. 19, 59.
[2]) F. A. Gooch u. F. H. Morley, Zeitschr. f. anorg. Chem. 22, 200.
[3]) E. Rupp, Ber. d. d. chem. Ges. 35, 2011 u. 36. 3961.
[4]) Peterson, a. a. O. erwähnt.
[5]) E. Rupp, a. a. O. erwähnt.

C. Experimenteller Teil.

1. Abscheidung des Bleis aus dem Wasser als Bleisulfid mittels des Filtrierpapier-Schüttel- und Filtrier-Verfahrens und seine quantitative Bestimmung.

a) gewichtsanalytisch.

Zu den Versuchen wurde teils Berliner Leitungswasser aus der Wasserleitung des Kaiserlichen Gesundheitsamtes, teils destilliertes Wasser, teils eisenhaltiges Brunnenwasser benutzt. Beim Leitungswasser war, obwohl die Röhren der Wasserleitungsanlage des Kaiserlichen Gesundheitsamtes durchweg aus Eisen bestehen, die Möglichkeit der Anwesenheit von Blei nicht von vorn herein auszuschließen, da zur Verbindung der einzelnen Röhren bleihaltiges Dichtungsmaterial Verwendung gefunden haben konnte.

Das Leitungswasser wurde daher zunächst einer Prüfung auf Blei unterzogen.

Zu dem Zweck wurden fünf Liter Wasser nach dem Ansäuern mit 20 Tropfen Salzsäure vom spez. Gewicht 1,124 zur Trockne verdampft, der Trockenrückstand nach dem Befeuchten mit Salzsäure nochmals zur Trockne gebracht, mit zehn Tropfen einer heißen Ammoniumazetatlösung (1 : 5) befeuchtet und mit 50 ccm heißem destilliertem Wasser digeriert. Das Filtrat wurde mit Salzsäure versetzt, welche hinreichend war, das Ammoniumazetat zu zersetzen und wiederum zur Trockne verdampft. Der mit fünf Tropfen heißer Salzsäure befeuchtete Rückstand löste sich nach Zusatz von 50 ccm heißem destilliertem Wasser klar auf. In die erkaltete Lösung wurde Schwefelwasserstoff bis zur Sättigung eingeleitet. Hierbei entstand eine Gelbfärbung der Lösung, und nach Verlauf von etwa 18 Stunden hatte sich ein gelbbrauner Niederschlag abgesetzt, welcher abfiltriert, mit destilliertem Wasser ausgewaschen und mit zehn Tropfen verdünnter kalter Salpetersäure übergossen wurde. Er löste sich darin sofort klar auf. Die aus dem Filter durch Auswaschen mit wenig destilliertem Wasser entfernte salpetersaure Lösung wurde mit zwei Tropfen reiner konzentrierter Schwefelsäure versetzt und in einem Glasschälchen auf dem Wasserbade, zuletzt über bewegter Flamme erhitzt, bis die Entwicklung weißer Schwefelsäuredämpfe begann. Der Rückstand wurde mit 2 ccm destilliertem Wasser und fünf Tropfen absolutem Alkohol vermischt und 18 Stunden wohlbedeckt bei seite gestellt. Es hatte sich nach dieser Zeit kein Niederschlag von Bleisulfat abgeschieden.

Damit war die Abwesenheit von Blei erwiesen.

In gleicher Weise wurde die Prüfung auf Blei mit dem destillierten Wasser vorgenommen. Auch dieses erwies sich als frei von Blei. Zur Herstellung von bleihaltigem Wasser wurden für jeden Versuch fünf Liter Wasser mit einer gemessenen Menge einer Bleilösung von bekanntem Gehalt versetzt.

Die Menge des dem Wasser zugesetzten Bleis bewegte sich bei den meisten Versuchen in solchen Grenzen, daß in einem Liter Wasser 0,04 bis 2 Milligramm Blei enthalten waren. Nur in wenigen Fällen wurde der Bleizusatz auf etwa 10 mg im Liter erhöht.

Als Bleisalze dienten hierbei teils Bleinitrat, teils kristallisiertes Bleiazetat, und die Konzentration ihrer Lösungen war so bemessen, daß das Volum der zu fünf Liter Wasser hinzuzufügenden Bleilösung im Mindestfalle 2 ccm betrug; es wurden zu diesem Zweck zwei Bleilösungen vorrätig gehalten, von denen die eine 1 mg Blei in 1 ccm und die andere 1 mg Blei in 10 ccm enthielt; vom Bleinitrat befanden sich in der stärkeren Lösung 1,5997 g und in der schwächeren Lösung 0,1600 g getrocknetes Salz im Liter; die Menge des im Liter gelösten kristallisierten Bleiazetats betrug 1,8319 g bezw. 0,1832 g. Diese Bleilösungen wurden durch Kontrollbestimmungen auf ihren Gehalt an Blei in der Weise geprüft, daß ein abgemessenes Volum in einem kleinen gewogenen Porzellantiegel unter Zusatz von etwas mehr als der berechneten Menge Schwefelsäure auf dem Wasserbade eingedampft und das entstandene Bleisulfat bis zur Gewichtskonstanz schwach geglüht wurde.

Wie schon in der Einleitung hervorgehoben wurde, war der Zweck der Arbeit festzustellen, bis zu welcher Genauigkeit die Bleibestimmung in bleihaltigem Wasser, ohne dasselbe einzudampfen, durchgeführt werden könne.

Die beste Aussicht auf möglichst vollständige Fällung des Bleis bot, wie schon früher dargelegt worden ist, der Schwefelwasserstoff. Da dieses Reagens kleine Mengen Blei in kolloidales nicht filtrierbares Schwefelblei umsetzt, so war darauf hinzuwirken, das Bleisulfid in solche Form zu bringen, daß es von dem Filter zurückgehalten wurde. Dies wurde teils dadurch erreicht, daß das zu untersuchende Wasser vor der Fällung mit Schwefelwasserstoff mit einer hinreichenden Menge eines wasserlöslichen Salzes (Ammoniumnitrat) versetzt wurde, teils dadurch, daß das mit Schwefelwasserstoff behandelte Wasser in geschlossener Flasche mit reinem Filtrierpapier wiederholt tüchtig durchgeschüttelt wurde, wobei durch Flächenattraktion oder Adsorptionswirkung das Bleisulfid von der Faser des Filtrierpapiers festgehalten wurde und dann leicht filtriert werden konnte. Der Schwefelwasserstoff wurde nicht gasförmig in das zu untersuchende Wasser eingeleitet, sondern in dem Wasser aus kristallisiertem Schwefelnatrium und überschüssiger Essigsäure erzeugt. Die angewendeten Reagentien, Schwefelnatrium, Essigsäure und Ammoniumnitrat wurden vor ihrer Anwendung auf ihre Reinheit geprüft.

Die Ausführung der Versuche gestaltete sich, wie folgt:

Fünf Liter des bleihaltigen Wassers werden in einer Flasche von etwa acht Liter Inhalt mit 25 ccm konzentrierter reiner Essigsäure (Eisessig) und mit 100 g festem Ammoniumnitrat versetzt. Durch leichtes Schütteln tritt bald vollständige Lösung des Ammoniumsalzes ein. Darauf fügt man 40 ccm einer Schwefelnatriumlösung, welche 20 g kristallisiertes Schwefelnatrium in 100 ccm der Lösung enthält, dem Wasser hinzu[1]), verschließt die Flasche mit einem Kork, schüttelt ihren Inhalt ein-

[1]) Durch diese Art der Fällung kann man nicht verhindern, daß neben Eisen auch Mangan (sowie Kobalt und Nickel) als Sulfide niedergeschlagen werden; die drei letztgenannten Metalle bleiben aber in Lösung, wenn die angegebenen Mengen Schwefelnatrium und Essigsäure in 500 ccm Wasser vorher durchgemischt und dann dem Inhalt der Flasche zugegeben werden. Bei der später beschriebenen volumetrischen Bestimmung des Bleis wurde die Fällung immer in dieser Weise bewirkt.

mal gehörig durch und überläßt sie $^1/_2$ Stunde der Ruhe. Alsdann gibt man ein quadratisches Stückchen gewöhnliches Filtrierpapier von 14 cm Seitenlänge zusammengerollt in die Flasche und schüttelt den Inhalt der verschlossenen, auf einem Tuche liegenden Flasche durch Rollen in heftigen intermittierenden Stößen vier mal je 30 bis 60 Sekunden in Abständen von etwa 10 Minuten tüchtig durch. Das Filtrierpapier wird hierbei zum größten Teil fein zerfasert und fällt beim Stehen der Flasche alsbald mit dem festgehaltenen Schwefelblei zu Boden. Die überstehende Flüssigkeit zeigt geringe weiße Opaleszenz, welche von ausgeschiedenem Schwefel herrührt. Man filtriert jetzt durch ein Faltenfilter von 11 bis 12 cm Radius aus gewöhnlichem Filtrierpapier ab und zwar so, daß Papierfasern gleich mit dem ersten Aufguß auf das Filter gelangen. Falls die ersten Anteile des Filtrats nicht klar ablaufen, bringt man sie von neuem auf das Filter; bei zweimaliger Wiederholung dieser Operation erhält man ein farbloses, klares Filtrat; sollte dasselbe später trübe werden, so ist dies auf eine Abscheidung von Schwefel aus dem gelösten Schwefelwasserstoff zurückzuführen; eine erneute Filtration ist also dann nicht notwendig. Die Filtration dauert etwa $^1/_2$ Stunde. Hat man mehrere Versuche nebeneinander auszuführen, so kann man sich einer automatischen Filtriervorrichtung bedienen. Die Flaschen werden hierbei mit einem durchbohrten Kork versehen, durch dessen Bohrung ein etwa 15 cm langes Glasrohr von 12 bis 15 mm lichter Weite geführt wird; das Glasrohr schneidet innerhalb der Flasche gerade mit dem Korken ab. Die Flaschen werden umgekehrt auf einen geeigneten Filtrierring über dem Faltenfilter so befestigt, daß die Mündung des Glasrohres sich mindestens 3 cm unterhalb des Randes des Filters befindet. Vor dem Einstellen der Flasche wird das Glasrohr mit einem kleinen Kork verschlossen, welcher zum Beginn des Filtrierens vorsichtig entfernt wird.

Nach Beendigung der Filtration wird der Niederschlag mit einer zweiprozentigen Lösung von Ammoniumnitrat, der man etwas Schwefelwasserstoffwasser zugesetzt hat, dreimal ausgewaschen und mit dem Filter bei 100° getrocknet.

Das Filter wird nun in kleine Stücke zerschnitten, stückenweise in einem Porzellantiegel von 8 cm oberem Durchmesser und $5^1/_2$ cm Höhe vorsichtig verbrannt und im bedeckten Tiegel mit kleiner Flamme vollständig verascht; die Asche kann das Blei in Form des Metalls, des Sulfids, des Oxyds, des Sulfats und des Silikats[1]) enthalten. Sie wird in dem Tiegel mit 10 ccm heißer Salpetersäure übergossen und auf dem Wasserbade bis zur Trockne erhitzt; dies Eindampfen wird mit etwa 2 ccm Salpetersäure wiederholt; dann wird der Trockenrückstand mit 5 ccm Salpetersäure auf dem Wasserbade übergossen, erwärmt und zu dieser Lösung 5 ccm heißes destilliertes Wasser gegeben; nachdem die Flüssigkeit in ein kleines Becherglas filtriert und das Filter mit heißem Wasser vollständig ausgewaschen ist, wird das Filtrat nach Zugabe von drei Tropfen reiner konzentrierter Schwefelsäure auf dem Wasserbade so lange erhitzt, bis alle Salpetersäure verjagt ist. Durch vorsichtiges Erwärmen über bewegter

[1]) Daß sich beim Glühen von Bleioxyd schon unterhalb der Schmelztemperatur desselben in Gegenwart von Kieselsäure Bleisilikat bildet, hat T. W. Hogg (British Assoc. Newcastle on Tyne durch Chem. Zentralbl. 1889, 2, 739) nachgewiesen. Da die Asche des Faltenfilters reichlich Kieselsäure enthält, so ist die Bildung von Bleisilikat im vorliegenden Falle ziemlich sicher anzunehmen.



Flamme vertreibt man die letzten Spuren der Salpetersäure, verdünnt den Rückstand mit 2—4 ccm heißem destilliertem Wasser, versetzt nach dem Erkalten mit 5 bis 10 Tropfen Alkohol und läßt über Nacht bedeckt stehen.

Das ausgeschiedene Gemenge von Bleisulfat und Kieselsäure (durch Säuren abgeschiedene Kieselsäure ist in Säuren merklich löslich) wird auf einem kleinen quantitativen Filter von $5^1/_2$ ccm Durchmesser abfiltriert, zuerst mit einer Mischung, welche 94 Volumteile Wasser, 3 Volumteile konzentrierte Schwefelsäure und 3 Volumteile Alkohol enthält, zuletzt mit reinem Alkohol ausgewaschen und bei 100° getrocknet.

Das Filter wird nun mit dem Niederschlag in einem kleinen gewogenen Porzellantiegel mit kleiner Flamme vorsichtig verascht, die Asche zur Überführung des reduzierten Bleis in das Sulfat mit einigen Tropfen Salpetersäure und dann mit einem Tropfen Schwefelsäure erwärmt, vorsichtig geglüht und gewogen. Man erhält bei dieser Wägung die Menge des Bleisulfats und der Kieselsäure.

Dieses Gemenge wird nun in dem Tiegel mit 5 bis 10 ccm 20prozentiger Ammoniumazetatlösung bis zum Sieden erhitzt und auf dem Wasserbade etwa 5 Minuten in der Hitze erhalten.

Hierauf wird auf einem kleinen quantitativen Filter abfiltriert, mit heißem Wasser vollständig ausgewaschen, das Filter samt der darauf befindlichen Kieselsäure in demselben Porzellantiegel verascht, der Rückstand geglüht und wieder gewogen.

Die Differenz beider Wägungen gibt die Menge des Bleisulfats.

In nachstehender Tabelle (Seite 409) sind die Ergebnisse einer Reihe von Bestimmungen zusammengestellt.

Zu jedem Versuch wurden, wie bereits erwähnt, 5 Liter bleihaltigen Wassers in Arbeit genommen.

Ein Blick auf die Tabelle läßt die Ungleichmäßigkeit der Analysenzahlen deutlich hervortreten. Verlusten von 3 und 2 mg Blei aus 5 Litern verarbeiteten Wassers stehen solche von 0,1, 0,3, 0,4 und 0,5 mg gegenüber. Der aus den 60 Analysen berechnete durchschnittliche Verlust an Blei aus 5 Litern Wasser beträgt wenig mehr als 1 mg.

Die Gründe für die Verluste können mannigfacher Art sein. Es kommen hierbei in Betracht:

1. Die Löslickeit des Bleisulfids in dem mit Schwefelwasserstoff behandelten Wasser;
2. die ungenügende Dichtigkeit des angewandten Filtermaterials;
3. die Verflüchtigung von Blei oder Bleiverbindungen beim Veraschen des den Bleisulfidniederschlag enthaltenden Faltenfilters;
4. die Löslichkeit des Bleisulfats in der Fällungs- und der Waschflüssigkeit;
5. Die Verflüchtigung von Blei oder Bleiverbindungen beim Veraschen des quantitativen Filters mit dem Bleisulfatniederschlag;
6. die durch Wägung bedingten Fehler.

Die erste der genannten Fehlerquellen ließ sich nicht vermeiden, wenn man nicht zu der Eindampf-Methode des Wassers zurückkehren wollte.

Tabelle 1. Resultate der Gewichtsanalyse bei der Bestimmung kleiner Mengen Blei im Wasser.

Laufende Nr.	Auf 5 Liter des untersuchten Wassers		Auf 1 Liter des untersuchten Wassers berechnet		Art des Wassers
	Angewandte Menge Blei mg	Gefundene Menge Blei mg	Angewandte Menge Blei mg	Gefundene Menge Blei mg	
1	9	6,83	1,8	1,36	Leitungswasser
2	8	6,35	1,6	1,27	„
3	8	6,15	1,6	1,23	destill. Wasser
4	8	7,78	1,6	1,55	„
5	8	6,35	1,6	1,27	„
6	7,5	6,30	1,5	1,26	„
7	7	4,90	1,4	0,98	„
8	7	5,93	1,4	1,18	eisenhaltiges Brunnenwasser
9	6	4,60	1,2	0,92	destill. Wasser
10	6	5,10	1,2	1,02	„
11	6	4,80	1,2	0,96	„
12	6	3,70	1,2	0,74	„
13	5	3,70	1	0,74	„
14	5	4,10	1	0,82	„
15	5	3,50	1	0,70	„
16	5	4,40	1	0,88	„
17	5	4,02	1	0,80	„
18	5	4,5	1	0,9	„
19	5	4,0	1	0,8	„
20	5	4,7	1	0,94	„
21	5	4,9	1	0,98	„
22	5	2,8	1	0,56	„
23	5	5,26	1	1,05	eisenhaltiges Brunnenwasser
24	5	4,78	1	0,95	„
25	5	4,1	1	0,80	Leitungswasser
26	5	3,2	1	0,64	„
27	5	2,8	1	0,56	„
28	4,5	3,4	0,9	0,68	destill. Wasser
29	4	1,02	0,8	0,2	Leitungswasser
30	4	3,62	0,8	0,72	Leitungswasser
31	4	2,6	0,8	0,52	destill. Wasser
32	4	2,45	0,8	0,49	„
33	4	2,3	0,8	0,46	„
34	4	3,41	0,8	0,68	„
35	4	3,75	0,8	0,75	„
36	4	3,48	0,8	0,69	„
37	4	3,07	0,8	0,61	„
38	4	3,2	0,8	0,64	„
39	4	1,98	0,8	0,39	„
40	4	3,07	0,8	0,61	„
41	4	3,13	0,8	0,62	„
42	4	2,25	0,8	0,45	„
43	4	2,66	0,8	0,53	„
44	4	2,73	0,8	0,54	„
45	4	2,86	0,8	0,57	„
46	4	2,73	0,8	0,54	„
47	4	2,73	0,8	0,54	„
48	4	2,52	0,8	0,50	„
49	3	2,3	0,6	0,46	Leitungswasser
50	3	3,2	0,6	0,6	destill. Wasser
51	3	2,39	0,6	0,48	„
52	3	2,25	0,6	0,45	„
53	3	2,39	0,6	0,48	„
54	2	0,89	0,4	0,18	Leitungswasser
55	2	0,75	0,4	0,15	„
56	2	1,6	0,4	0,32	„
57	1	0,61	0,2	0,12	„
58	1	0,41	0,2	0,08	„
59	0	0,27	0	0,05	„
60	0	0,0	0	0	„

Was die Durchlässigkeit des Filtrierpapiers betrifft, so schien es möglich, daß durch Verringerung der Filtriergeschwindigkeit, d. h. durch Anwendung von glatten Filtern an Stelle der stark saugend wirkenden Faltenfilter, sich vielleicht bessere Resultate erreichen ließen. Allein die in dieser Richtung mit glatten Filtern angestellten Versuche zeigten keinen bessernden Einfluß auf die Analysenergebnisse. Dies erhellt aus den unter Nr. 43, 44, 45, 46, 47, 48 und 51 angeführten Bestimmungen, bei welchen glatte Filter Verwendung fanden. Überdies wurde hierbei die Dauer des Filtrierens gegenüber derjenigen bei Anwendung von Faltenfiltern um

das Vielfache erhöht und namentlich gegen das Ende der Filtration unverhältnismäßig verzögert.

Von Bedeutung konnten dagegen die durch Verbrennen des Faltenfilters hervorgerufenen Verluste sein. Diesen Verlusten sollte zwar dadurch vorgebeugt werden, daß zum Auswaschen des Filters Ammoniumnitrat (s. S. 406) in zweiprozentiger Lösung benutzt wurde. Dieses sollte beim Verbrennen durch seine oxydierende Wirkung die Reduktion des Bleisulfids zu flüchtigem, metallischem Blei hintanhalten. Ob aber nicht doch Verluste durch Entweichen von Bleioxyd eintreten konnten, welches, wie früher (S. 395) gezeigt wurde, sich bei schwacher Glühhitze schon verflüchtigt, bleibt dahingestellt.

Zur Orientierung über die „schützende“ Wirkung des Ammoniumnitrats wurden folgende Versuche angestellt:

Bekannte Mengen der Bleilösung (S. 406), deren Gehalt an Blei nach der dort beschriebenen Methode ermittelt war, wurden mit Schwefelwasserstoff (mit kristallisiertem Schwefelnatrium und Essigsäure) gefällt, mit einem quadratischen Stückchen gewöhnlichen Filtrierpapiers von 14 cm Seitenlänge solange geschüttelt, bis das Papier zerfasert war, und auf einem großen Faltenfilter von 11 bis 12 cm Radius aus gewöhnlichem Filtrierpapier abfiltriert, mit schwefelwasserstoffhaltiger, zweiprozentiger Ammoniumnitratlösung ausgewaschen und überhaupt genau so behandelt, wie es S. 406 bis S. 408 für die Bestimmung des Bleis als Bleisulfat aus dem Wasser beschrieben ist.

In einer anderen Versuchsreihe wurde ebenso verfahren mit dem einzigen Unterschiede, daß zum Auswaschen des Schwefelbleis nicht schwefelwasserstoffhaltiges Ammoniumnitrat, sondern Schwefelwasserstoffwasser allein benutzt wurde. Bei Anwendung von 5 mg Blei wurden aus der Asche des mit Ammoniumnitrat verbrannten Filters einmal 4,2 mg, das andere Mal 4,0 mg Blei wiedergefunden, während ohne Anwendung von Ammoniumnitrat aus 5 mg Blei nur 3,28 mg das eine und 3,08 mg Blei das andere Mal wieder erhalten wurden. Die schützende Wirkung des Ammoniumnitrats ist also tatsächlich vorhanden. Inwieweit sie aber auf Verhinderung des Durchgehens von Bleisulfid durch das Filter oder auf Verhinderung der Verflüchtigung beim Veraschen beruht, ließ sich nicht feststellen.

Um das Veraschen des großen Faltenfilters ganz zu umgehen, wurden auch Versuche angestellt, das Blei durch Lösen mit geeigneten Flüssigkeiten zu entfernen. Zur Verwendung kamen hierbei erstens starke Salpetersäure, durch welche das Schwefelblei teils in Nitrat, teils in Sulfat übergeführt und in Form dieser beiden Salze ganz in Lösung gebracht wird und zweitens verdünnte Salpetersäure und Ammoniumazetat. Durch heiße verdünnte Salpetersäure wird das Schwefelblei größtenteils in das salpetersaure Salz verwandelt, zum kleineren Teile bildet sich hierbei auch Bleisulfat, welches nach dem Auswaschen der Salpetersäure mit Ammoniumazetat gelöst werden kann.

Beide Extraktionsmethoden erfordern in Anbetracht der Größe des auszuziehenden Filters viel Lösungsflüssigkeit und Waschwasser, deren Verdampfung die an und für sich schon langwierige gewichtsanalytische Bestimmung noch weiter verzögert; ferner aber hat sich der Übelstand herausgestellt, daß durch starke Salpetersäure auch Zellulose

in ein lösliches Derivat übergeführt wird[1]), welches bei der Fällung des Bleisulfats störend wirkt und deshalb erst durch Glühen entfernt werden muß; bei der zweiten Extraktionsmethode übt das Ammoniumazetat oder das entstehende Ammoniumsulfat einen ähnlich störenden Einfluß auf die vollständige Fällung des Bleisulfats aus (denn die Größe des auszuziehenden Filters erfordert bei größter Sparsamkeit im Verbrauch der Extraktionsflüssigkeit immerhin solche Mengen Ammoniumazetat, welche zu den vorliegenden geringen Mengen Bleisulfat in keinem Verhältnis stehen).

Beim weiteren Verfolg der Versuche wurde das gewichtsanalytische Bestimmungsverfahren des Bleis durch das maßanalytische ersetzt, einerseits um die unter 4, 5 und 6 S. 408 angegebenen Fehlerquellen auszuschalten, anderseits um dem Ziele einer schnellen Ausführbarkeit der Analyse möglichst näher zu kommen.

b) volumetrisch.

Nach den Darlegungen, welche über den Wert, besonders über den Grad der Genauigkeit der vielen zur maßanalytischen Bestimmung des Bleis vorgeschlagenen Methoden S. 397 bis 404 gegeben wurden, konnte über die Wahl des geeignetsten Verfahrens ein Zweifel nicht bestehen. Als solches ist das von W. Diehl (S. 402) und G. Topf (S. 403) angegebene jodometrische Verfahren zu bezeichnen, bei welchem die oxydierende Wirkung des Bleisuperoxyds an Jodkalium durch Titrierung des ausgeschiedenen Jods mit Natriumthiosulfat unter Anwendung von Stärke als Indikator gemessen wird.

Es war zunächst festzustellen, ob dies Verfahren auch bei Bestimmung kleinster Mengen Blei die an größeren Mengen Blei bereits erprobte Genauigkeit gleichfalls besitzt. Daß dies der Fall sein würde, konnte wohl angenommen werden, da ja schon Peterson, Gooch und Morley sowie E. Rupp (siehe S. 404) bei der Bestimmung kleinster Mengen edler Metalle, wie Gold und Platin, die jodometrische Methode mit gutem Erfolge benutzt hatten. Immerhin war es notwendig, Vorversuche in dieser Richtung anzustellen.

Hierzu wurden Lösungen von Bleiazetat benutzt, und zwar zu Bestimmungen bis zu 10 mg Blei die S. 406 erwähnte schwache Lösung, welche in 10 ccm 1 mg Blei enthielt, und zu Bestimmungen größerer Bleimengen die stärkere Lösung, deren Gehalt an Blei 1 mg in 1 ccm betrug. Die schwächeren Lösungen wurden vor der Fällung des Bleisuperoxyds auf dem kochenden Wasserbade bis zur Hälfte eingeengt.

Die Fällung wurde mit gesättigtem Bromwasser bei etwa 60° in Gegenwart von überschüssigem Natriumazetat ausgeführt. Natronlauge wurde ausgeschlossen, da Spuren von Bleisuperoxyd darin gelöst bleiben konnten. Das Bleisuperoxyd wurde anfangs auf dichten, quantitativen Filtern filtriert, welche mitsamt dem ausgewaschenen Superoxyd in den Titrierkolben gegeben wurden. Da es aber zuweilen vorkam, daß trotz vorsichtiger Filtration das Bleisuperoxyd durch das Filter ging, wurde die Filtration in der Folge an der Saugpumpe auf Wittschen Filtrierplatten über Asbest vor-

[1]) Auch bei der später S. 415 beschriebenen volumetrischen Bestimmung des Bleis wirkt dieses lösliche Derivat der Zellulose hinderlich auf die Fällung des Bleis als Superoxyd ein.



genommen, der nach der Vorschrift von Th. Paul[1]) vorbereitet war und sich als vorzügliches Filtriermaterial bewährte. Die Bestimmungen wurden wie folgt ausgeführt:

Die erwärmte Bleiazetatlösung wird in einer Porzellanschale mit etwa dem halben Volum einer Natriumazetatlösung (100 g kristallisiertes Natriumazetat in 300 ccm der Lösung) versetzt und bei etwa 60° auf dem Wasserbade mit gesättigtem Bromwasser tropfenweise versetzt; alsbald setzt sich das gefällte Bleisuperoxyd zu Boden und kann nach etwa 15 Minuten langem Erwärmen abgesaugt werden; die Flüssigkeit darf hierbei nicht ganz farblos sein, sondern muß einen Stich ins Gelbe zeigen, da Brom, allerdings nur in geringem Überschuß, nie fehlen darf. Die zur Filtration benutzte Saugplatte hatte einen Durchmesser von etwa 15 mm. Sie wird im Trichter zunächst mit einer Scheibe Filtrierpapier, darauf mit einer Asbestschicht von etwa 4 mm Höhe belegt, die in bekannter Weise auf der Platte fest angesaugt wird. Das abgesaugte Bleisuperoxyd wird mit heißem Wasser so lange ausgewaschen, bis das Filtrat auf Jodkalium und frisch bereitete Stärkelösung nicht mehr reagiert. Der geringe Rest des in der Porzellanschale haften gebliebenen ausgewaschenen Superoxyds wird nicht auf das Filter gebracht, sondern mit 5 bis 10 ccm einer Jodkaliumlösung (1 Teil Jodkalium in 20 Teilen Wasser), die mit 5 bis 10 Tropfen 50 prozentiger Essigsäure versetzt sind, übergossen und aus der Schale auf das im Asbestfilter befindliche Bleisuperoxyd gebracht; der Trichter mit dem Asbestfilter ist vorher auf einen dickwandigen, zum Titrieren bestimmten reinen Erlenmeyerkolben von etwa 200 ccm Inhalt mit seitlichem Ansatz fest angefügt worden. Nachdem die angesäuerte Jodkaliumlösung etwa fünf Minuten der Wirkung des Bleisuperoxyds ausgesetzt gewesen ist, wird die Porzellanschale mit 10 bis 20 ccm der gesättigten kalten Natriumazetatlösung ausgeschwenkt und auf das Asbestfilter entleert. Das Natriumazetat bewirkt eine schnelle Lösung des ausgeschiedenen gelben Jodbleis. Hierauf wird die Saugpumpe in Tätigkeit gesetzt und die Porzellanschale und das Asbestfilter mit kaltem destilliertem Wasser so lange ausgewaschen, bis Schale und Filter rein weiß erscheinen. Bei größeren, 10 mg übersteigenden Mengen Blei kann es vorkommen, daß nicht alles Jodblei in Lösung geht; man wäscht dann mit weiteren Mengen der gesättigten Natriumazetatlösung aus einer Spritzflasche und dann mit destilliertem Wasser abwechselnd nach, bis aus dem Filter alles Jodblei entfernt ist. Das Filtrat wird jetzt unverzüglich mit genau eingestellter etwa $\frac{n}{50}$ Thiosulfatlösung im Überschuß versetzt, so daß auf Zusatz von frisch bereiteter Stärkelösung eine Bläuung nicht eintritt. Der Überschuß des Thiosulfats wird mit $\frac{n}{100}$ Jodlösung ermittelt. Die Natriumthiosulfatlösung ist mit einer Lösung von Kaliumbichromat eingestellt, welche $\frac{4,908}{4}$ g des reinen Salzes im Liter enthält. Gegen die Thiosulfatlösung wird dann die Jodlösung eingestellt. Da ein Molekül Bleisuperoxyd ein Atom Sauerstoff abgibt, welches zwei Atome Jod in Freiheit setzt, so entspricht ein Atom Blei zwei Atomen Jod d. h.

$$206,9 \text{ Blei} = 2 \times 126,85 \text{ Jod}.$$

[1]) Th. Paul, Zeitschr. f. analyt. Chem. 31, 537—543, (1892).

Die nach diesem Verfahren ausgeführten Analysen folgen in nachstehender Tabelle.

Tabelle 2. Analysen-Ergebnisse der jodometrischen Bleibestimmung bei Anwendung von Bleilösungen von bekanntem Gehalt.

Lfd. Nr.	Angewandte Menge Blei mg	Gefundene Menge Blei mg	Lfd. Nr.	Angewandte Menge Blei mg	Gefundene Menge Blei mg
1	1	1,11	8	5	4,88
2	1	1,11	9	10	9,64
3	1	1,27	10	20	19,95
4	1,5	1,44	11	20	19,96
5	2	2,06	12	50	50,2
6	2	1,81	13	50	50,3
7	5	4,83	14	50	48,8

Die Übereinstimmung der Analysen ist eine befriedigende. Es ist noch zu bemerken, daß man ebenso von Bleisulfat ausgehen und dessen Lösung in Natriumazetat nach dem beschriebenen Verfahren mit Bromwasser fällen und dann titrieren kann. Nach diesem Verfahren sind die unter Nr. 12 bis 14 angegebenen Analysen ausgeführt worden. Es ist aber darauf hinzuweisen, daß sich geglühtes Bleisulfat nur schwierig und erst nach längerem Digerieren in Natriumazetat löst und um so schwieriger, je länger und stärker es geglüht war.

Diese jodometrische Bestimmung des Bleis bietet neben ihrer Genauigkeit und schnellen Ausführbarkeit den Vorteil, daß die Anwesenheit von Eisen auf das Resultat von keinem Einfluß ist, sofern die Zersetzung des Bleisuperoxyds mit Essigsäure stattfindet und jede Spur einer Mineralsäure, namentlich Salzsäure, ausgeschlossen wird. Diese Beobachtung ist schon von Diehl (S. 402) gemacht und durch folgende Versuche von mir bestätigt worden: Eisenoxydhydrat, welches aus einer Eisenchloridlösung durch Erhitzen mit Natriumazetatlösung frisch gefällt und mit heißem Wasser ausgewaschen war, machte aus einer mit Essigsäure (nach Angabe S. 412) angesäuerten Jodkaliumlösung keine Spur Jod frei. Ferner wurden aus einer Bleilösung, welche 5 mg Blei als Azetat enthielt und mit einigen Tropfen Eisenchloridlösung versetzt war, durch Natriumazetat und Bromwasser beide Metalle ausgefällt, und das Gemenge von Bleisuperoxyd und Eisenoxydhydrat in der S. 412 beschriebenen Weise mit essigsaurer Jodkaliumlösung und Natriumazetat behandelt; das Eisenhydroxyd blieb auf dem Filter, während in dem Filtrat bei der Titration 4,88 mg Blei gefunden wurden.

Dieser Umstand ist für die Bestimmung kleiner Mengen Blei im Trinkwasser von erheblichem Vorteil, weil bei der Fällung des Bleis aus einem mit Essigsäure angesäuerten, eisenhaltigen Trinkwasser stets Eisen mit niederfällt, die Trennung desselben aber vom Blei, welche bisher immer durch langwierige Operationen durchgeführt werden mußte, bei der jodometrischen Bestimmung des Bleis fortfällt.

Im Gegensatz zum Eisenoxydhydrat unterliegt Mangansuperoxydhydrat, welches aus einer Manganlösung durch Bromwasser bei Gegenwart von Natriumazetat in der Hitze gefällt wird, einer völligen Reduktion durch essigsaure Jodkaliumlösung. Da nun viele Trinkwässer neben Eisen auch Mangan enthalten, so ist bei der jodometrischen Bestimmung des Bleis in manganhaltigen Wässern mit Sorgfalt das Niederfallen von Mangan bei der Fällung mit Schwefelwasserstoff zu verhüten.

Man erreicht dies vollkommen dadurch, daß man für die Anwesenheit einer genügenden Menge freier Essigsäure bei der Schwefelwasserstofffällung Sorge trägt; nach den hierüber angestellten Erfahrungen genügen 10 g reine Essigsäure auf 5 Liter des zu untersuchenden Wassers, selbst wenn die Menge des Mangans den in natürlichen Wässern vorkommenden üblichen Gehalt erheblich übersteigt. Die weiter unten beschriebenen Versuche mit Wasser, welches neben Blei auch eine überschüssig zugesetzte Menge von Mangansalzen enthält, dienen hierfür als Beleg.

Zunächst seien nun die Versuche beschrieben, welche zur Abscheidung und jodometrischen Bestimmung des Bleis aus bleihaltigen Wässern angestellt wurden.

Es wurden dazu dieselben Wässer benutzt, welche bei der gewichtsanalytischen Bestimmung des Bleis Verwendung fanden, d. h. Leitungswasser aus der Wasserleitung des Kaiserlichen Gesundheitsamtes, destilliertes Wasser und eisenhaltiges Brunnenwasser.

Wie früher wurden auch hier zu jedem Versuch 5 Liter mit einer bekannten Menge Blei versetzten Wassers in Untersuchung genommen und die Fällung des Bleis mit Schwefelnatrium und überschüssiger Essigsäure, welche beide vorher in 500 ccm Wasser durchmischt waren (siehe S. 406 Anmerkung), bei Gegenwart von Ammoniumnitrat bewirkt, wie es S. 406 u. f. ausführlich beschrieben ist. Hier wie dort wurde das den Bleisulfidniederschlag enthaltende Faltenfilter mit dem zerfaserten Filtrierpapier nach dem Trocknen verascht, die Asche wiederholt mit Salpetersäure abgedampft und schließlich mit Salpetersäure aufgenommen.

Die von der Hauptmenge der Kieselsäure abfiltrierte salpetersäurehaltige Bleilösung wurde jetzt zur jodometrischen Bestimmung des Bleis zur Trockne gedampft, mit 10 bis 20 ccm Natriumazetatlösung oben genannter Konzentration (100 g kristallisiertes Natriumazetat in 300 ccm der Salzlösung) auf dem Wasserbade erwärmt, mit 10 bis 20 ccm heißem Wasser verdünnt und aus dieser Lösung das Blei mit Bromwasser als Superoxyd in der S. 412 beschriebenen Weise gefällt. Die Filtration des Bleisuperoxydes und die jodometrische Bestimmung desselben geschahen nach der oben S. 412 angegebenen Methode.

Die hierbei erhaltenen Resultate sind in nachfolgender Tabelle zusammengestellt. Es sind darin auch die Analysen von solchen Wasserproben angegeben, welche neben Blei einen Zusatz von Mangan-, Nickel- und Kobaltsalzen[1]) erfahren hatten.

Die gefundenen Analysenwerte zeigen mehr Gleichmäßigkeit wie die S. 409 gefundenen gewichtsanalytischen Werte; ferner sieht man, daß die Anwesenheit von Mangan, Nickel und Kobalt auf das Resultat der Bleibestimmung ohne Einfluß ist.

---

[1]) Nickel- und Kobaltsalze bilden mit Bromwasser und Natriumazetat ebenfalls höhere Oxyde, welche Jodkalium in essigsaurer Lösung zersetzen.

Tabelle 3. Analysen-Ergebnisse der jodometrischen Bleibestimmung von bleihaltigen Wässern nach dem „Filtrierpapier-Verfahren".

Lfd. Nr.	Auf 5 Liter des untersuchten Wassers		Auf 1 Liter Wasser berechnet		Art des Wassers
	Angewandte Menge Blei mg	Gefundene Menge Blei mg	Angewandte Menge Blei mg	Gefundene Menge Blei mg	
1	5	3,73	1	0,74	destilliertes Wasser
2	5	3,48	1	0,69	„ „
3	5	3,52	1	0,70	eisenhalt. Brunnenwasser mit 10 mg Nickel in 5 Litern
4	5	3,90	1	0,78	eisenhalt. Brunnenwasser
5	5	3,2	1	0,64	Leitungswasser mit je 10 mg Nickel, Mangan und Kobalt in 5 Litern
6	5	3,47	1	0,70	Leitungswasser mit je 10 mg Nickel und Kobalt in 5 Litern
7	5	3,2	1	0,64	Leitungswasser mit je 10 mg Nickel und Kobalt in 5 Litern
8	5	3,95	1	0,79	Leitungswasser mit je 10 mg Mangan, Nickel und Kobalt in 5 Litern
9	4	2,64	0,8	0,53	Leitungswasser mit je 10 mg Mangan, Nickel und Kobalt in 5 Litern
10	0,2	0,34	0,04	0,07	Leitungswasser mit je 10 mg Mangan, Nickel und Kobalt in 5 Litern

Die Verluste sind aber groß; sie betragen bei Anwendung von 5 mg Blei etwa 1,3 mg und werden offenbar zum größten Teile durch die Operation der Filterverbrennung bedingt. Es mußte also eine Methode ausfindig gemacht werden, welche die Verbrennung zu umgehen gestattet. Zunächst wurden Versuche zur Extraktion des Bleisulfids aus dem Filter mit Salpetersäure angestellt. Hierbei geht, wie auf S. 410 bereits dargelegt wurde, Zellulose in Lösung und beim Zusatz der von Salpetersäure befreiten und mit überschüssigem Natriumazetat versetzten Lösung fällt durch Bromwasser überhaupt kein Blei nieder, während es sich mit Schwefelwasserstoff sofort in Gestalt von ausfallendem Schwefelblei zu erkennen gibt. Offenbar findet durch die Gegenwart der Zellulose die Bildung einer organischen Bleiverbindung statt, welche gegen Natriumazetat und Bromwasser ebenso beständig ist wie gegen Ammoniak und Natronlauge. Daß Bleisalze bei Gegenwart organischer Stoffe, wie Glyzerin, Weinsäure und Kohlenhydrate, durch Ammoniak und Natronlauge nicht fällbar sind, ist eine bekannte Tatsache.

2. Abscheidung des Bleis aus dem Wasser als Bleisulfid mittels des Asbest-Schüttel- und Filtrierverfahrens und nachfolgende volumetrische Bestimmungen des Bleis.

Die vorstehenden Versuche lehren, daß die Anwendung von Filtrierpapier bei der Fällung und Filtration des Bleis, sofern an seiner Extraktion und jodometrischen Bestimmung festgehalten werden soll, auszuschließen ist.

Daher wurde von jetzt an nur mit Asbest gearbeitet. Die Reinigung und Vor-

bereitung desselben geschah nach der von Th. Paul[1]) gegebenen Vorschrift; der so dargestellte Asbest erwies sich als ein zur Adsorption des gefällten kolloidalen Bleisulfids sowie zur Filtration vorzüglich geeignetes Material.

Die Versuche wurden in folgender Weise ausgeführt:

5 Liter des bleihaltigen Wassers werden mit 100 g festem Natriumnitrat[2]) bis zur Lösung desselben geschüttelt, mit einer Lösung von 8 g kristallisiertem Schwefelnatrium und 25 ccm reiner konzentrierter Essigsäure (Eisessig) in 500 ccm Wasser gut durchmischt und $^1/_2$ Stunde der Ruhe überlassen. Alsdann gibt man 2 g des vorbereiteten Asbestes in die Flasche, verschließt gut mit einem Kork, schüttelt den Inhalt der horizontal auf einer weichen Unterlage (zusammengelegtes Tuch) liegenden Flasche in heftigen intermittierenden rollenden Bewegungen viermal je 30 bis 60 Sekunden in Abständen von etwa 10 Minuten tüchtig durch und stellt die Flasche eine halbe Stunde bei seite. Während dieser Zeit bereitet man ein Asbestfilter in folgender Weise vor: 3 g des obigen Asbestes werden in etwa 500 ccm destilliertem Wasser aufgeschlemmt und auf eine mit einer Filtrierpapierscheibe durch Ansaugen bedeckte Wittsche Saugplatte von etwa 4 cm Durchmesser in dünnem Strahle während der Tätigkeit der Saugpumpe aufgegossen. Die Saugplatte befindet sich in einem Trichter, dessen Seitenlänge etwa 8 cm und dessen Durchmesser etwa 9 cm beträgt. Durch gleichmäßige Verteilung des Asbestes bewirkt man unter schwachem Saugen an der Wasserluftpumpe, daß derselbe eine überall gleichmäßige Schicht bildet. Hierauf sorgt man durch Aufgießen von Wasser und starkes Saugen, unter Umständen unter Zuhilfenahme eines Mörserpistills für eine feste Lage des Asbestfilters. Die Dicke desselben beträgt etwa 5 mm.

Der Trichter wird nun auf eine Flasche von etwa 8 Liter Inhalt mittels eines doppelt durchbohrten Gummistopfens fest aufgesetzt und die Flasche mittels eines durch die andere Bohrung gehenden Glasrohres mit der Wasserstrahlpumpe verbunden. Nachdem die Pumpe in Tätigkeit gesetzt ist, wird das mit Asbest geschüttelte bleihaltige Wasser vorsichtig auf das Filter gegossen und unter stetem und starkem Saugen abfiltriert. Um das fortwährende Heben der schweren Flasche beim Filtrieren zu umgehen, kann man das zu filtrierende Wasser portionsweise in ein Becherglas von etwa 1 Liter Inhalt überführen und von diesem auf das Filter bringen. Die Operation ist wegen des lästigen Geruches der Flüssigkeit unter einem Abzuge auszuführen. Die Filtration nimmt etwa $^3/_4$ Stunden in Anspruch und liefert ein vollkommen klares und helles Filtrat. Zum Auswaschen der Gefäße und des Filters bedient man sich destillierten schwefelwasserstoffhaltigen Wassers. Das im Asbestfilter befindliche Schwefelblei könnte nun durch konzentrierte Salpetersäure in Lösung gebracht werden.

Als weit bequemer für die Entfernung des Bleisulfids aus dem Filter hat sich

---

[1]) Th. Paul a. a. O. erwähnt.

[2]) Die Anwendung von Natriumnitrat zur Verminderung der Löslichkeit des Bleisulfids erschien vorteilhafter wie die des Ammoniumnitrats, da nach den Untersuchungen von W. Biltz (Zeitschr. f. physikal. Chem. **43**, 41—48) und Rothmund (Zeitschr. f. physikal. Chem. **33**, 401) über die Depression der Löslichkeit von Nichtelektrolyten durch Elektrolyte die aussalzende Wirkung der Natriumsalze kräftiger als die der Ammoniumsalze ist.

aber die Oxydation desselben mittels Wasserstoffsuperoxyds zu Bleisulfat und Auflösung des letzteren mit einer konzentrierten Natriumazetatlösung erwiesen.

Wenn man frisch gefälltes und ausgewaschenes Schwefelblei mit einer dreiprozentigen Lösung von reinem Wasserstoffsuperoxyd übergießt, welchem man als Katalysator eine Spur starker Salpetersäure hinzugefügt hat, so tritt beim Erwärmen eine augenblickliche Umsetzung zu Bleisulfat ein, welches sich in der Flüssigkeit durch Zusatz von Natriumazetatlösung klar löst; der Vorgang geht auch schon in der Kälte vonstatten und vollzieht sich, namentlich bei wiederholtem Durchschütteln des Reaktionsgemisches, innerhalb weniger Minuten.

Hierauf läßt sich nun folgendes Verfahren zur Entfernung des Schwefelbleis aus dem Asbestfilter gründen:

Nach dem Auswaschen des Schwefelbleis mit schwefelwasserstoffhaltigem Wasser wird der Trichter mit dem Filter auf einen zum Absaugen eingerichteten Erlenmeyerkolben von etwa 250 ccm Inhalt gesetzt und mit 20—30 ccm einer heißen mit einem Tropfen starker Salpetersäure versetzten dreiprozentigen Wasserstoffsuperoxydlösung übergossen. Die Flüssigkeit durchzieht den Asbest unter sofortiger Oxydation des darin befindlichen Schwefelbleis, was an dem Verschwinden der dunklen Farbe des Asbests sichtbar in die Erscheinung tritt. Das Asbestfilter wird hierbei infolge der Sauerstoffentwicklung zum Teil schwammig aufgetrieben. Nachdem das Wasserstoffsuperoxyd etwa 10 Minuten gewirkt hat, setzt man die Saugpumpe in Tätigkeit und wäscht mit 40—50 ccm heißem destilliertem Wasser nach. Das Filtrat wird in eine Porzellanschale übergeführt und auf dem Wasserbade bis zur Entfernung des Wasserstoffsuperoxyds abgedampft; am besten ist es, das Verdampfen bis zur Trockne zu bewirken. Nachdem der einmal ausgespülte Erlenmeyerkolben wieder unter dem Trichter befestigt ist, wird das im Asbestfilter befindliche Bleisulfat mit 10—30 ccm einer siedenden Natriumazetatlösung (100 g kristallisiertes Natriumazetat in 300 ccm der Lösung) übergossen und einige Minuten der Wirkung derselben ausgesetzt. Man saugt jetzt ab und wäscht wiederholt mit heißem Wasser aus, bis die ablaufende Flüssigkeit keine Bleireaktion mit Schwefelwasserstoff mehr gibt. Bei richtigem Auswaschen genügen 50 ccm Waschflüssigkeit. Der Kolbeninhalt wird jetzt in die Porzellanschale vollständig übergeführt, auf dem Wasserbade bis auf 10 bis 30 ccm konzentriert und der Fällung mit Bromwasser unterworfen. Die weitere Ausführung des Verfahrens und die titrimetrische Bestimmung des abgeschiedenen Bleisuperoxyds entsprechen genau den auf Seite 412 gegebenen Vorschriften. Die hierbei erhaltenen Resultate sind in folgender Tabelle zusammengestellt.

Aus den Zahlen geht hervor, daß bei der Bestimmung kleinster Mengen von Blei im Wasser sich eine Genauigkeit bis auf weniger als 0,1 mg im Liter Wasser, ohne dasselbe einzudampfen, nach dem beschriebenen Verfahren erreichen läßt.

Übrigens eignet sich diese Methode auch zum qualitativen Nachweis von Blei im Wasser. Man braucht nur nach dem Erwärmen mit Natriumazetat und Bromwasser, gleichgültig ob ein sichtbarer Niederschlag von Bleisuperoxyd entsteht oder nicht (Spuren von Bleisuperoxyd entziehen sich in der gelb gefärbten bromhaltigen Flüssigkeit sehr leicht der Wahrnehmung) abzufiltrieren und das Filter mit Jodkalium und

Tabelle 4. Analysen-Ergebnisse der jodometrischen Bleibestimmungen bleihaltiger Wässer nach dem „Asbest-Verfahren".

Lfd. Nr.	Auf 5 Liter des untersuchten Wassers		Auf 1 Liter Wasser berechnet		Art des Wassers
	Angewandte Menge Blei mg	Gefundene Menge Blei mg	Angewandte Menge Blei mg	Gefundene Menge Blei mg	
1	10	9,6	2	1,9	Leitungswasser
2	10	9,8	2	1,9	„
3	3	2,97	0,6	0,6	„
4	3	2,81	0,6	0,56	„
5	3	2,85	0,6	0,57	„
6	3	2,91	0,6	0,58	„
7	1	0,98	0,2	0,2	„
8	1	0,99	0,2	0,2	„
9	0	0	0	0	„
10	1	0,69	0,2	0,14	„
11	2	1,86	0,4	0,37	„
12	1	0,81	0,2	0,16	„
13	3	2,6	0,6	0,52	„
14	3	2,99	0,6	0,6	„
15	1,2	0,98	0,24	0,19	„
16	2	1,97	0,4	0,39	eisenhalt. Brunnenwasser
17	1,9	2,29	0,38	0,45	„ „
18	5,6	5,18	1,12	1,03	Leitungswasser
19	9,9	9,6	1,98	1,92	„
20	40	36,58	8	7,31	„

Natriumazetat in der beschriebenen Weise zu behandeln; läßt sich im Filtrat mit frisch dargestellter Stärkelösung freies Jod nachweisen, so ist die Gegenwart von Blei anzunehmen; zum Beweise braucht man nur die blau gefärbte Flüssigkeit nach der Entfärbung mit Thiosulfat und nach dem Ansäuern mit Essigsäure mit Schwefelwasserstoff zu behandeln; ein schwarzer Niederschlag, der sich in kalter verdünnter Salzsäure nicht lösen darf, zeigt Blei an. Es empfiehlt sich, dann noch Identitätsreaktionen (Jodkalium, Schwefelsäure) anzustellen.

Was die Zeitdauer für die vollständige Ausführung der quantitativen Bestimmung betrifft, so lassen sich innerhalb etwa 7 Stunden zwei Analysen nebeneinander durchführen.

3. Prüfung des Watte-Filtrier-Verfahrens nach Frerichs.

Die unangenehme Seite des soeben beschriebenen Verfahrens liegt in der Notwendigkeit, Schwefelwasserstoff anwenden zu müssen, der sich bei so großen Mengen des abzufiltrierenden Wassers lästig bemerkbar macht.

Daher war das vor kürzerer Zeit von G. Frerichs[1]) angegebene einfache Verfahren zur quantitativen Bestimmung von Blei im Wasser geeignet, die Aufmerksamkeit auf sich zu lenken. Hierbei wird kein Schwefelwasserstoff, sondern zur Ent-

[1]) G. Frerichs a. a. O. erwähnt.

fernung des im Wasser enthaltenen Bleis einfach Watte benutzt, von welcher das gesamte Blei bei der Filtration zurückgehalten werden soll.

Frerichs wendet als Filterapparat 5 unten ausgezogene, mittels durchbohrter Stopfen miteinander verbundene Glasröhren von 4 cm Weite und 10 cm Länge an, in welche das Filtermaterial in folgender Weise verteilt ist: In der oberen Röhre befindet sich Glaswolle, welche dazu bestimmt ist, die aufgeschwemmten Stoffe zurückzuhalten; die beiden folgenden Röhren enthalten je 5 g und die beiden letzten Röhren je 2 g gereinigte Watte.

Dieser Filterapparat wird auf eine große Flasche aufgesetzt und das zu untersuchende Wasser unter Anwendung einer Saugpumpe so durch den Apparat geleitet, daß in einer Stunde etwa 8 Liter Wasser durch das Filter hindurchgehen. Das von der Watte adsorbierte Blei wird mit verdünnter Salpetersäure ausgezogen und gewichtsanalytisch als Sulfat bestimmt.

Von 11,66 mg Blei, welche in 8 Litern destilliertem Wasser gelöst waren, konnte Frerichs 11,60 mg Blei in Gestalt des Sulfats wiederfinden. Auf Grund dieses Versuches, dessen Resultat an Genauigkeit nichts zu wünschen übrig läßt, empfiehlt Frerichs ganz allgemein seine Methode zur quantitativen Bestimmung des Bleis im Wasser.

Es erschien wichtig, dieses Verfahren nach verschiedenen Richtungen hin zu prüfen, namentlich ob außer dem von Frerichs angewandten destillierten bleihaltigen Wasser auch natürliche Wässer, z. B. Leitungswasser, das gelöste Blei ebenso vollständig an Watte abgeben, und ob Watte verschiedener Herkunft das gleiche Adsorptionsvermögen für Blei besitzt.

Hierbei zeigte sich, daß Frerichs Schlußfolgerungen keine Allgemeingültigkeit zukommt, daß es zwar gelingt, destilliertes Wasser durch Wattefiltration vollkommen bleifrei zu machen, daß aber beim bleihaltigen Leitungswasser die Entbleiung nach Frerichs Methode nur unvollkommen und zwar mit wechselndem Ergebnis je nach der Herkunft der angewandten Watte von statten geht.

Bei dem Versuch mit destilliertem Wasser wurden 8 Liter desselben mit 11,60 mg Blei (als Bleiazetat) versetzt und in regelmäßigem Zufluß durch Frerichs Filtrierapparat geschickt, dessen 4 untere Röhren mit reiner Verbandwatte der Firma Paul Hartmann in Heidenheim beschickt waren. Die Filtration dauerte 70 Minuten. Der salpetersaure Auszug der Watte wurde verdampft, der Trockenrückstand mit 10 ccm heißem destilliertem Wasser und 10 ccm heißer Natriumazetatlösung (100 g kristallisiertes Natriumazetat in 300 ccm der Lösung) aufgenommen, filtriert, ausgewaschen, mit Bromwasser nach der S. 412 gegebenen Vorschrift gefällt und das Bleisuperoxyd in der üblichen Weise (S. 412) jodometrisch bestimmt. Es wurden 11,62 mg Blei wiedergefunden.

Der gleiche Filtrierversuch wurde nun mit reiner Verbandwatte des Berliner Apothekervereins als Filtermaterial wiederholt. Die Filtration währte 73 Minuten. Diesmal wurde nicht die Watte, sondern das filtrierte Wasser auf Blei untersucht. Es wurden darin nur noch 0,10 mg Blei gefunden. Bis auf diese Spur war also sämtliches Blei in der Watte geblieben.

Das destillierte Wasser gibt demnach in der Tat sein Blei an Watte verschiedener Herkunft ab. Anders aber verhält sich Leitungswasser.

Versuch 1. 8 Liter desselben, 11,60 mg Blei enthaltend, gaben nach einer Filtrationsdauer von 71 Minuten im Frerichsschen Apparat an Verbandwatte von Paul Hartmann 3,79 mg Blei ab, während im filtrierten Wasser noch 6,43 mg Blei jodometrisch gefunden wurden. Über den Verbleib der noch fehlenden 1,38 mg Blei wurde nicht nachgeforscht, da die unvollkommene Filtration klar vor Augen lag.

Versuch 2. 8 Liter Leitungswasser, 11,60 mg Blei enthaltend, wurden innerhalb 70 Minuten durch Watte des Berliner Apothekervereins filtriert. Aus der Watte konnten mit Salpetersäure 6,85 mg Blei ausgezogen werden und das filtrierte Wasser hatte nach dem Asbestverfahren jodometrisch noch einen Gehalt von 3,16 mg Blei. Auch hier zeigte sich ein Verlust von 1,59 mg Blei.

Aus diesen Versuchen erhellt, daß das einfache Watte-Filtrationsverfahren zur quantitativen Bestimmung von Blei im Trinkwasser unzuverlässig ist.

D. Zusammenfassung der Ergebnisse.

1. Von den beiden zur Bestimmung kleinster Mengen Blei im Trinkwasser geprüften Verfahren hat sich das maßanalytische besser bewährt wie das gewichtsanalytische. Bei dem gewichtsanalytischen Verfahren fallen die Fehler, welche durch nicht vollständige Fällung des schwefelsauren Bleis, durch Veraschen des Filters und durch Wägung bedingt werden, in Anbetracht der geringen Mengen des zu ermittelnden Bleis zu erheblich ins Gewicht. Das volumetrische Verfahren ist von diesen Fehlern frei.

2. Wegen der Verluste, welche beim Glühen von Bleiverbindungen in Gegenwart organischer Stoffe eintreten, ist bei dem volumetrischen Verfahren die Veraschung des Papierfilters, welches zur Aufnahme des aus dem Wasser gefällten Schwefelbleis dient, zu verwerfen. Auch die Extraktion des Filters mittels Salpetersäure hat neue Fehlerquellen gezeitigt.

3. Am besten zur Filtration hat sich ein Filter aus Asbest bewährt, welches eine vorzügliche Adsorptionskraft für das in Wasser kolloidal gefällte Schwefelblei zeigt.

4. Zur maßanalytischen Bestimmung des Bleis hat sich die jodometrische von W. Diehl und G. Topf (S. 402 u. 403) zuerst angegebene Methode bewährt, nach welcher Bleisuperoxyd durch Jodkalium bei Gegenwart von Essigsäure und Natriumazetat reduziert und die dabei abgeschiedene Menge Jod mit Thiosulfat bestimmt wird.

5. Zur Überführung des aus dem Wasser gefällten Bleisulfids in das Superoxyd wurde die Schwefelverbindung durch dreiprozentiges Wasserstoffsuperoxyd auf dem Asbestfilter in Bleisulfat verwandelt und dieses mit heißer Natriumazetatlösung ausgezogen. Die Fällung des Bleis als Superoxyd in dieser Lösung mittels Brom und Natriumazetat läßt sich auch bei kleinen Mengen Blei unter Innehaltung der notwendigen Bedingungen quantitav durchführen.

6. Nach dem Asbest-, Schüttel- und Filtrier-Verfahren und mittels der maßanalytischen jodometrischen Bestimmungs-Methode des Bleis läßt sich im Trinkwasser, ohne dasselbe einzudampfen, das gelöste Blei bis auf weniger als 0,1 mg auf 1 Liter Wasser genau ermitteln.

Über das Wesen und die Verbreitung der Wurmkrankheit (Ankylostomiasis) mit besonderer Berücksichtigung ihres Auftretens in deutschen Bergwerken.

Unter Mitwirkung von

Dr. Löbker,
Mitglied des Reichs-Gesundheitsrates,
Königl. Preußischem Professor,
Oberarzt am Krankenhause „Bergmannsheil"
zu Bochum

und

Dr. Hayo Bruns,
Direktor des Institutes für Hygiene und
Bakteriologie zu Gelsenkirchen

bearbeitet im Kaiserlichen Gesundheitsamt.

Vorbemerkung.

In der zweiten Hälfte des vorigen Jahrzehnts machte sich unter den Bergleuten in Kohlengruben Westfalens, der Rheinprovinz und Schlesiens das Auftreten der Wurmkrankheit (Ankylostomiasis) in stärkerem Maße bemerkbar. Insbesondere ist seitens der mit der Beaufsichtigung der Bergbaubetriebe bestellten Beamten die Aufmerksamkeit auf die wachsende Ausbreitung der Krankheit hingelenkt worden (vergl. Amtliche Mitteilungen aus den Jahresberichten der Gewerbeaufsichtsbeamten für 1896, Seite 531, 1897 S. 340, 1898 S. 213 und Jahresberichte der Gewerbeaufsichtsbeamten und Bergbehörden für 1899 Band I, S. 678, 735, 744, 768, 849; für 1900 Band I, S. 455, 457, 465, 467, 478, 480, 497, 548).

Die deutsche Reichsverwaltung nahm daraus Anlaß, zunächst über den Stand der Krankheit und über die zu ihrer Bekämpfung schon getroffenen Maßnahmen zuverlässige Feststellungen herbeizuführen. Dementsprechend hat das Reichsamt des Innern im Anfange des Jahres 1902 Erhebungen über die Ausbreitung der Krankheit eingeleitet sowie eine Umfrage darüber bei den in Betracht kommenden Bundesstaaten veranstaltet, ob etwa von Reichs wegen Maßregeln zur Bekämpfung der Krankheit zu ergreifen seien. Die angestellten Ermittlungen ergaben zwar, daß eine beträchtliche



Ausbreitung nur im rheinisch-westfälischen Kohlenreviere vorlag, und daß die zuständigen Behörden in den beteiligten Bundesstaaten die Abwehr der Krankheit sich angelegen sein ließen, es erwies sich jedoch als erwünscht, daß von Reichs wegen der wissenschaftlichen Erforschung des Wesens der Wurmkrankheit, ihrer Ausbreitung und der Mittel und Wege für ihre Bekämpfung näher getreten werde.

Die Angelegenheit ist auch wiederholt Gegenstand parlamentarischer Verhandlungen gewesen. Der Reichstag hat sich damit in den Sitzungen vom 31. Januar 1902, 17. und 23. Februar 1903, 12. und 13. Januar und 12. Dezember 1904 befaßt; im Preußischen Landtage, dem regierungsseitig eine Darlegung der einschlägigen Verhältnisse unter dem Titel „Mitteilungen über die Wurmkrankheit (Ankylostomiasis), ihre Verbreitung und ihre Bekämpfung auf den preußischen Bergwerken" zuging, ist die Angelegenheit in den Sitzungen des Abgeordnetenhauses vom 19. Februar 1903 und vom 13. und 15. Februar 1904 zur Sprache gelangt.

Am 4. April und 5. Dezember 1903 haben unter dem Vorsitze des Königlich Preußischen Herrn Ministers für Handel und Gewerbe in Berlin Verhandlungen über die Maßregeln zur Bekämpfung der Wurmkrankheit stattgefunden, an denen auch ein Vertreter des Kaiserlichen Gesundheitsamtes teilgenommen hat. Im April 1904 hat der Präsident des Kaiserlichen Gesundheitsamtes mit mehreren Kommissaren (zwei Ärzten und einem Zoologen) eine Befahrung und Besichtigung einiger von der Wurmkrankheit besonders stark heimgesuchter Zechen im Oberbergamtsbezirke Dortmund ausgeführt, an der außer Vertretern der zuständigen Bergbehörden und der Zechenverwaltungen auch die drei auf dem Gebiete der Wurmkrankheit und ihrer Bekämpfung besonders sachverständigen Ärzte, der Direktor des Instituts für Hygiene und Bakteriologie zu Gelsenkirchen Dr. Bruns, der Oberarzt des Krankenhauses Bergmannsheil zu Bochum Professor Dr. Löbker und der Oberarzt des allgemeinen Knappschaftsvereins zu Bochum Regierungs- und Medizinalrat a. D. Dr. Tenholt teilgenommen haben. Weiterhin sind dann im Kaiserlichen Gesundheitsamt eingehende Untersuchungen über die Lebenseigentümlichkeiten des in Betracht kommenden Krankheitserregers, insbesondere auch über sein Verhalten gegen verschiedene für seine Abtötung geeignete chemische Stoffe und über die Art der Einwanderung in den Körper angestellt worden. Schließlich ist ein im Kaiserlichen Gesundheitsamt ausgearbeiteter Fragebogen durch Vermittlung der beteiligten Bundesregierungen an alle innerhalb des Reichsgebietes in Betracht kommenden Betriebe für Steinkohlen-, Braunkohlen- und Erzgewinnung versandt worden, um zuverlässiges Material über die stattgehabten Untersuchungen und ihre Ergebnisse und über die einzelnen zur Abwehr der Krankheit getroffenen Maßregeln zu erhalten.

Die Ergebnisse der hiernach ausgeführten Forschungen und Erhebungen sind in der vorliegenden Arbeit verwertet. An ihr haben sich in hervorragendem Maße die vorgenannten um die Erforschung und Bekämpfung der Krankheit besonders verdienten Sachverständigen Professor Dr. Löbker und Dr. Bruns mit ihren reichen Erfahrungen auf diesem Gebiete beteiligt. Von dem ersteren rühren die Abschnitte über die Geschichte und geographische Verbreitung der Krankheit, über ihre Merkmale und ihre Behandlung her, von dem letzteren namentlich der Abschnitt über die

Bekämpfungsmaßnahmen. Der Abschnitt über den Krankheitserreger ist von dem Mitgliede des Kaiserlichen Gesundheitsamtes Regierungsrat Dr. Schaudinn verfaßt worden. Bei der Bearbeitung hat ferner das Mitglied des Kaiserlichen Gesundheitsamtes Regierungsrat Dr. Sannemann mitgewirkt.

Erster Abschnitt.

Geschichte und geographische Verbreitung der Ankylostomiasis.

Die außerordentlich starke Verbreitung eines Eingeweidewurmes — des Hakenmauls (Ankylostoma duodenale Dub.) — unter den Bergarbeitern des rheinisch-westfälischen Industriegebietes hat seit den letzten Jahren des vergangenen Jahrhunderts die Aufmerksamkeit nicht allein der Gelehrtenwelt, sondern der weitesten Kreise der gesamten Bevölkerung Deutschlands erregt. Handelt es sich doch um einen Schmarotzer, der durch Erzeugung bösartiger Blutarmut bei seinem Wirte die Gesundheit und Arbeitsfähigkeit gewisser Berufskreise, namentlich der Bergarbeiter in einem Grade bedrohte, daß man mit Recht die schwersten Sorgen in wirtschaftlicher wie hygienischer Beziehung hegen mußte, wenn es nicht gelang, den unliebsamen Gast alsbald zu vernichten. Allerdings bestand diese Gefahr nicht allein für Deutschland; denn auch in den Bergwerken Ungarns, Frankreichs und Belgiens hatte man den Parasiten gleichzeitig entdeckt. In keinem Gebiete nördlich der Alpen war er aber bisher so massenhaft aufgetreten wie im Oberbergamtsbezirk Dortmund seit dem Jahre 1900. Schon vor einem Vierteljahrhundert hatte die „Tunnelkrankheit" unter den beim Bau des St. Gotthardtunnels beschäftigten Arbeitern, die durch denselben Wurm hervorgerufen war, das höchste Interesse der Gelehrten erregt, das aber nach Fertigstellung des Tunnels fast eben so schnell wieder erlosch, wie die Epidemie im St. Gotthard selbst. So war auch der Mehrzahl der deutschen Ärzte nicht einmal der Name der „Wurmkrankheit", der „Ankylostomiasis" bekannt, bis die aufregenden Nachrichten aus Westfalen selbst in den kleinsten Tagesblättern besprochen wurden.

Scharfe Beobachter hatten zwar schon seit langer Zeit festgestellt, daß auch bei uns unter den Arbeitern auf Ziegelfeldern und namentlich unter den Bergarbeitern Fälle von schwerer Blutarmut vorkamen, deren Entstehung mit dem Beruf jener Leute in einen ursächlichen Zusammenhang gebracht wurde; der Begriff der „Anémie des mineurs" war nicht nur in Frankreich, sondern auch in deutschen Bergwerkskreisen bekannt. Nur machte man andere Übelstände, die mit dem Berufe des Bergmanns verknüpft waren, namentlich Mangel an Licht und Luft in der Grube, für die Entstehung der Blutarmut verantwortlich. Und wir dürfen auch heute, obwohl die allgemeinen hygienischen Verhältnisse in deutschen Gruben — trotz dem Vordringen des Bergbaues in immer größere Tiefe — so außerordentlich verbessert worden sind, die Existenz der Blutarmut der Bergleute in dem alten Sinne des Wortes nicht

bestreiten; sie wird als professionelle Krankheit auch heute noch beobachtet, ohne daß sie durch Ankylostomen erzeugt ist. Die meisten Fälle von epidemisch auftretender schwerer Blutarmut unter den Bergleuten erwiesen sich aber bei genauer Untersuchung als solche von Ankylostomiasis.

In tropischen Gegenden, wo der Parasit einheimisch ist, war die Krankheit selbst seit Jahrhunderten bekannt. Europäische Forscher berichteten schon im 17. und 18. Jahrhundert unter den verschiedensten Namen wie: Mal d'estomac, Mal de coeur, Cachexie africaine, Cachexie aqueuse, Anémie des pays chauds, ägyptische Chlorose, Hypoaemie brasiliane, Anaemie of Ceylon usw. von derselben; und in Deutschland war wenigstens der Name der „tropischen Chlorose" jedem Arzte geläufig, der sich mit Tropenkrankheiten auch nur oberflächlich beschäftigt hatte. War doch in Hirschs Handbuch der historisch-geographischen Pathologie auch hierüber Aufklärung zu finden.

Die ältesten Nachrichten über die Krankheit stammen aus Ägypten, wo sie bis auf den heutigen Tag den günstigsten Boden für ihre Verbreitung findet. Sowohl im Papyrus Ebers, dem ältesten, im Winter 1872/73 von G. Ebers in den Trümmern Thebens aufgefundenen, aus dem 16. Jahrhundert v. Chr. stammenden Buche über Heilkunde, wie im Papyrus Brugsch wird die ā ā ā-Krankheit erwähnt, die im alten Ägypten eine große Verbreitung gehabt haben muß. Nachdem mehrfach unbefriedigende Erklärungen über die Natur dieser Krankheit von Ägyptologen versucht waren, bestätigten die Untersuchungen Joachims[1]) die Ansicht Scheuthauers[2]), daß die ā ā ā-Krankheit unzweifelhaft mit Würmern in Verbindung zu bringen ist. Auf Tafel 19 des Papyrus Ebers wird nämlich ein Mittel verordnet für den Leib eines Kranken, „der in seinem Leibe Würmer hat, die von der ā ā ā-Krankheit hervorgebracht sind", einem chronischen gefährlichen Leiden der Verdauungsorgane, von dem berichtet wird, daß es schwere Störungen der Blutzirkulation und des Herzens — „Herzpalpitationen", „Herzschwäche" und „Herzstiche" — zur Folge hatte. Danach haben die alten ägyptischen Ärzte nicht allein die „ägyptische Chlorose", sondern auch das Vorkommen des Ankylostoma duodenale bei dieser Erkrankung gekannt; nur haben auch diese schon Ursache und Wirkung miteinander verwechselt, ein Irrtum, der bis in unsere Zeit hinein sich fortgeschleppt hat, bis Griesinger[3]) das Wesen der tropischen Chlorose klarstellte, indem er die Würmer, deren Existenz erst im 19. Jahrhundert n. Chr. wieder entdeckt wurde, als die Urheber der Krankheit erkannte.

Das Ankylostoma duodenale wurde zuerst in Mailand von Dubini[4]) im Jahre 1838 im menschlichen Darm von 20 Leichen bei 100 Obduktionen gefunden. Die erste Veröffentlichung dieser Entdeckung erfolgte jedoch im Jahre 1843 durch Omodei[5]). In Mailand fand 1844 auch Castiglioni[6]) den Parasiten. Zwei Jahre später (1846) stellte Pruner[7]) sein häufiges Vorkommen in den Nilländern, namentlich in Ägypten fest; die Beobachtung wurde später von Bilharz[8]) (1853) und Griesinger[9])

[1]) Joachim, Papyrus Ebers, Berlin 1890, Seite XIV ff. — [2]) Scheuthauer, Virchows Archiv Bd. 85, Seite 343. — [3]) Griesinger, Archiv f. physiol. Heilkunde 1853 und Archiv der Heilkunde 1866, Seite 381. — [4]) Dubini, Entozoografia umana, Milano 1850. — [5]) Omodei, Annali univ. di med. di Milano 1843. — [6]) Castiglioni, Seduto Mensili dell'ospedale magg. di Milano 1844. — [7]) Pruner, Krankheiten des Orients. Erlangen 1847. — [8]) Bilharz, Zeitschr. f. wissensch. Zoologie Bd. IV. — [9]) Griesinger, Arch. f. physiol. Heilkunde 1854, Bd. XIII.

(1854) bestätigt. Zwar hatte schon Dubini in der Darmschleimhaut rote und schieferfarbige Punkte bei der Anwesenheit von Ankylostomen, sowie das Anhaften dieser Würmer in der Darmwand beobachtet, auch vermutete er einen nachteiligen Einfluß auf die Gesundheit des Wirtes bei Anwesenheit zahlreicher Exemplare im Darm; das eigentliche Bild der Ankylostomiasis ist ihm jedoch unbekannt geblieben. Pruner dagegen hob schon hervor, daß er den Wurm besonders bei kachektischen wassersüchtigen Leichen vorgefunden habe, woraus später vielfach der falsche Schluß gezogen wurde, daß der Parasit die Folge und nicht die Ursache dieses Marasmus sei. Er benannte das von ihm gezeichnete Krankheitsbild als Cachexie aqueuse. Während Bilharz zuerst feststellte, daß der Wurm, den er in Ägypten fast in jeder von ihm obduzierten menschlichen Leiche fand, sich in der Schleimhaut festbeißt und dort Blut saugt, betonte Griesinger als erster, daß das Ankylostoma die ägyptische Chlorose, an der damals ein Viertel der Bevölkerung Ägyptens gelitten haben soll, selbst verursache. Auf ägyptischem Boden hat neuerdings (1896) auch Looss seine wichtigen Beobachtungen und Versuche über das Eindringen der Wurmlarven in den menschlichen Körper durch die Haut gemacht; anfangs selbst von den besten Ankylostomenkennern (Grassi, Leichtenstern u. a.) lebhaft bestritten, ist die Loosssche Lehre nach dem einwandfreien Ergebnis der Nachprüfung beim Menschen durch Herman (Mons), Tenholt (Bochum) und Bruns (Gelsenkirchen) als richtig erwiesen worden (vergl. Seite 453).

Die Vermutung Küchenmeisters, daß auch in Island der Parasit vorkomme, wurde von Krabbe[1]) nicht bestätigt, dagegen wies im Jahre 1866 Wucherer[2]) die Anwesenheit desselben in Brasilien nach; in Übereinstimmung mit ihm erkannte man auf Grund zahlreicher Leichenbefunde in dem Wurm die Ursache der tropischen Chlorose oder Hypoämie (Rodriguez de Moura, Fauvray, Tourinho und viele andere). Und doch hat man nach Lutz[3]) gerade in Brasilien vielfach sehr lange an der irrigen Meinung festgehalten, daß die Würmer infolge der Krankheit auftreten und daß diese durch schlechte Nahrung, Überanstrengung, psychische Depression u. dgl. erzeugt werde.

Eine umfassende Übersicht über die Verbreitung der Krankheit in Amerika hat Stiles[4]) geliefert. Danach findet sie sich häufig auf den großen und kleinen Antillen, Guyana, Brasilien, Uruguay sowie an der Küste des großen Ozeans vom Norden Chiles bis Colorado; ebenso hat man sie in Mexiko und in den südlichen Unionstaaten (Virginien, Carolina, Georgia, Florida) festgestellt. Dort soll hauptsächlich eine besondere Art des Wurmes (Ankylostoma americanum) vorkommen, während die europäische Art nur in einzelnen kleinen von Europa eingeschleppten Herden gefunden werde.

Es folgten nun Mitteilungen über das Vorkommen des Wurmes und der durch ihn erzeugten Krankheit in Afrika und zwar auf den Comoren durch Grenêt[5]) und Monastier[6]) (1867), in Cayenne durch Camuset[7]) und Rion de Kérangel[8]), in

[1]) Vergl. Leuckart, Die menschl. Parasiten, Bd. II. — [2]) Wucherer, Deutsch. Arch. f. klin. Medizin, Bd. X. — [3]) Lutz, Über Ankylostoma duodenale und Ankylostomiasis. Volkmanns Samml. klin. Vorträge Nr. 255, 256. — [4]) Stiles, Hygienic Laboratory. Washington, Februar 1903, Nr. 10. — [5]) Grenêt, Arch. de méd. nav. T. VIII, Paris. — [6]) Monastier, ebenda. — [7]) Camuset, De l'anémie trop. obs. à la Guyane franc., Montpell. 1868. — [8]) Rion de Kérangel, Arch. de méd. nav., T. X, Paris 1868.



Senegambien (1882) durch Borius[1]), in Abessinien durch Davaine[2]) (1868). Neuerdings (1896) haben Zinn und Jakoby[3]) das Vorkommen des Wurmes bei Negern aus Togo und Kamerun und Leichtenstern[4]) bei einer Truppe von Dahomey-Weibern nachgewiesen (50 %); durch Stammeshous[5]) (1882) wurde er in Japan (Tokio), durch Baelz[6]) und Scheube[7]) in Niederländisch-Indien entdeckt. Davaine[2]) gibt endlich auch Indien als Fundort des Wurmes an und Mc. Connell[8]) bestätigte diese Angabe für Indien und Ceylon (1882). Dobson[9]) fand 1891 in Assam in dem Stuhlgang von 1249 Hindus, die aus 35 Distrikten und 9 Provinzen Indiens stammten, in 944 Fällen, also in 75,6 % Eier von Ankylostoma. Diese Berichte wurden von den verschiedensten Seiten (Giles, Neil Campbell für Assam, Kynsey, Macdonald, Thornhill für Ceylon) vollinhaltlich bestätigt. Nach dem Ceylon Medical Report für 1893 wurden in den verschiedenen Krankenanstalten des Landes 4124 Kranke an „Anaemia of Ceylon" behandelt. Thornhill[10]) (Ceylon) stellte in den letzten 4 Monaten des Jahres 1893 im Hospital bei 783 Kranken Ankylostoma fest und zwar am häufigsten bei den eingewanderten Familien in den Teepflanzungen (470), dagegen nur bei 45 eingeborenen Familien, sowie bei 231 Singhalesen und 35 Negern. Die Angaben Stammeshous aus Java und Sumatra wurden von Leichtenstern[4]) in Cöln bei einer durchreisenden Truppe von 16 Javanern nachgeprüft, bei 10 wurde der Wurm gefunden. Auch in Australien wurde der Parasit von Gibson und Turner in Queensland angetroffen.

Während nun aus den verschiedensten Berichten, die aus den Tropengebieten stammen, hervorgeht, daß dort der Wurm unter der Bevölkerung außerordentlich massenhaft verbreitet ist (schätzungsweise bei $1/4$ der Landbevölkerung Ägyptens), trat er in Italien, wo man ihn entdeckt hatte, im ganzen nur spärlich auf. Leuckart sagt, daß er sich in Turin, Pavia, Florenz und an anderen Orten vergebens bemüht habe, seiner habhaft zu werden. Sangalli[11]) (1866) beobachtete ihn aber in 50 % der von ihm untersuchten Leichen in Pavia, wo ihn auch Ciniselli und Parona feststellten, Morelli und Sonnino in Florenz, Parona und Grassi in Mailand — Grassi hat das große Verdienst, zuerst die Eier des Ankylostoma duodenale im Kot nachgewiesen zu haben —, Bozzolo und Perroncito in der Provinz Turin. Hauptsächlich fand man ihn bei den Reisbauern, sodann bei Ziegelarbeitern.

War durch diese Arbeiten die Gelehrtenwelt Europas über die Existenz, das Vorkommen und die Beziehungen des Ankylostoma duodenale zu gewissen Formen von perniziöser Anämie auch unterrichtet, so brachte man doch der ganzen Frage wenig allgemeines Interesse entgegen, bis im Jahre 1879 die unter den Arbeitern im St. Gotthard-Tunnel in

---

[1]) Borius, Arch. de méd. nav., T. X, Paris 1868. — [2]) Davaine, Traités des Entozoaires et des Maladies vermineuses de l'homme et des animaux domest., Paris 1877/78. — [3]) Zinn und Jakoby, Berlin. Klin. Wochenschrift 1896, Nr. 36. — [4]) Leichtenstern, Deutsche med. Wochenschrift 1899, Nr. 3. — [5]) Stammeshous, Geneesk. Tijdskrift voor Neederl. Ind., XXII, 1882. — [6]) Baelz, Berlin. klin. Wochenschrift 1883, Nr. 16. — [7]) Scheube, Die Krankheiten der warmen Länder, Jena 1896. — [8]) Mc. Connell, Lancet 1882, Seite 96. — [9]) Dobson, Annual sanitary Report of the Province of Assam, 1891 und 1892. — [10]) Thornhill, Indian med. Gaz. 1895, Nr. 10, 11. — [11]) Sangalli, Giorn. d'anat. e fisiol. patol., Pavia 1866 und zahlreiche spätere Schriften.

tausenden von Fällen auftretende schwere Anämie (Tunnelanämie) das größte Aufsehen erregte. Die Arbeiten im Tunnel selbst wurden zumeist von Gesteinshauern aus der Lombardei und aus Piemont ausgeführt, und nur unter den eigentlichen Tunnelarbeitern breitete sich die Krankheit ohne Unterschied der Nationalität und ohne vor den Beamten Halt zu machen aus, während die außerhalb des Tunnels tätige Arbeiterschaft verschont blieb. Die erste Aufklärung dieser rätselhaften Krankheit erfolgte im Jahre 1880 durch Colomiatti in Turin, der im Dünndarm eines infolge der Anämie gestorbenen St. Gotthardarbeiters bei der Obduktion 1500 zum Teil noch lebende Ankylostomen nachwies; dieser Befund wurde alsbald von Perroncito[1]) und Concato in drei weiteren Fällen bestätigt. Die hierauf folgende Untersuchung am St. Gotthard selbst durch Bozzolo und Pagliani[2]) ergab, daß fast sämtliche Tunnelarbeiter mit ihrem Stuhlgang Ankylostomeneier ausschieden, daß dagegen die über Tage (außerhalb des Tunnels) beschäftigten wurmfrei waren. Man war aber damals in der alten Anschauung, daß allgemeine Mißstände auf hygienischem Gebiete, namentlich Mangel an Licht und Luft, die Ursache der bei Bergarbeitern von alters her beobachteten Anämie (Anaemia und Cachexia montana) sei, noch so sehr befangen, daß man zunächst diese Umstände auch für die Epidemie im St. Gotthard verantwortlich machte (Sonderegger[3]). In der Tat hatten auch Bozzolo und Pagliani dort so mangelhafte hygienische Einrichtungen vorgefunden, daß sie trotz ihres Untersuchungsergebnisses selbst nicht einmal wagten, den Parasiten als einzige Ursache der Krankheit hinzustellen. Als jedoch aus allen Gegenden Italiens[4]) die Beobachtungen über weitere Krankheitsfälle von Anämie mit positivem Befunde bei den Kot-Untersuchungen einliefen und auch in der Schweiz von den verschiedensten Autoren (Immermann, Dumur, Schönbichler, Wyss) und ebenso in dem benachbarten Freiburg i. B. (Bäumler) die Untersuchung von kranken St. Gotthardarbeitern immer von neuem die Anwesenheit von Ankylostomeneiern im Stuhlgang ergab, da gewann die neue Auffassung von der Ätiologie der Kachexie immer festeren Boden selbst bei ihren früheren Gegnern (z. B. Sonderegger).

Inzwischen fing man aber infolge der Aufsehen erregenden St. Gotthardanämie auch in den beteiligten Kreisen der übrigen europäischen Länder an, Nachforschungen anzustellen. Auf Perroncitos[5]) Anregung (1882) wurden sowohl in Frankreich — in St. Etienne und Anzin —, als auch in Ungarn bei anämisch erkrankten Bergleuten die Ankylostomen nachgewiesen.

In Ungarn wurde die Krankheit und der Parasit zuerst in den Gruben von Schemnitz und Kremnitz[6]) (1881) festgestellt; v. Schopf[7]) fand ihn in Resicza und Anina bei 17 % von 162 Untersuchten. Auf der Grube Brennberg bei

[1]) Perroncito, Osservazioni elmintologiche relative alla malattia sviluppatasi endem. negli operai del Gottardo. Reale Accad. dei Lincei 1880, vol. 4, ser. 3, sowie mehrfache spätere Veröffentlichungen. — [2]) Bozzolo und Pagliani, Giorn. della Soc. Ital. d'Igiene. Ann. II, Milano 1880. — [3]) Sonderegger, Korr.-Bl. f. Schweizer Ärzte 1880, Nr. 20. — [4]) Über die sehr umfangreiche ital. Literatur der letzten Dezennien vgl. Zinn und Jakoby, a. a. O. S. 35 ff., namentlich auch Parona, L'Elmintologia ital. da'suvi primi tempi all'anno 1890, Genova 1894. — [5]) Perroncito, Compt. rend. de l'Acad. des scienc. 1882, Nr. 1. — [6]) Perroncito, Zentralbl. f. d. med. Wissensch. 1881, Nr. 24. — [7]) v. Schopf, Orvosi Hetilap 1888, Nr. 22.

Oedenburg war die „Grubenkrankheit“, d. h. die Blutarmut in der Belegschaft unter Tage nachweislich schon seit etwa 30 Jahren bekannt, zu Beginn des letzten Dezenniums des vorigen Jahrhunderts aber so verbreitet, daß eine große Anzahl von Bergleuten arbeitsunfähig wurde. Man sah hier die Ursache der Erkrankung hauptsächlich in dem langen Aufenthalt in der heißen Grube, bis Kahler (1891) in der Wiener Klinik bei einem durchreisenden kranken Bergmann von Brennberg Ankylostomen nachwies. Zappert[1]) und Rathopy setzten die Untersuchungen an Ort und Stelle fort und dieser erkannte als zuständiger Bergarzt alsbald, daß weitaus der größte Teil der unterirdischen Belegschaft mit Ankylostomen behaftet war.

Im Jahre 1896 hatte die Seuche 85 % der unterirdischen Belegschaft ergriffen. Den energischen Maßregeln der Grubendirektion und des Bergarztes Goldman[2]) gelang es, den Prozentsatz der Erkrankten bis 1902 auf 8 % zu vermindern. Daß damit nicht nur die Zahl der Wurmbehafteten sondern auch die Krankheit zurückgedrängt war, bezeugt die Beobachtung Löbkers[3]), der 1903 auf dem Brennberg einen durchaus befriedigenden Gesundheitszustand vorfand, während er bei seinem ersten Besuche im Jahre 1896 fast nur anämische Bergleute dort gesehen hatte.

Außerdem ist die Ankylostomiasis noch in Südungarn in den Gruben bei Fünfkirchen nachgewiesen; daß sie auch hier noch weiter verbreitet ist, als bisher angenommen wurde, geht aus den Ergebnissen der Untersuchung der zuziehenden Bergleute in Brennberg hervor. Auch in Österreich ist bei Nachforschungen in den Bergwerken von Leoben, Trifail und Köflach (Steiermark) sowie in Franzdorf (Krain) Dux, Brüx (Böhmen) das Vorkommen der Wurmkrankheit festgestellt.

Im Becken von St. Etienne, Lyon und Connentay (Frankreich) war die Anämie der Bergleute schon seit Anfang des vorigen Jahrhunderts bekannt; aber auch hier führte man sie auf schlechte hygienische Verhältnisse, Mangel an Licht und Luft und schlechte Wasserversorgung zurück. Als die Krankheit vor 30 Jahren überhand nahm, wurde von der medizinischen Gesellschaft in St. Etienne ein Preis zur Förderung ihres Studiums ausgesetzt; in der preisgekrönten Arbeit von Manouvriez[4]) wurde die Ansicht vertreten, daß es sich in erster Linie um eine Erkrankung infolge von Vergiftung handele, die durch die Aufnahme der Produkte der Destillation und der langsamen Verbrennung der der Lufteinwirkung ausgesetzten Steinkohlen verursacht werde. Die gleiche Anschauung wurde auch trotz des ständigen Nachweises der Würmer bei den erkrankten Bergleuten im Gegensatz zu Perroncito von Trossat und Erand[5]) u. a. vertreten; sie verneinten überhaupt die Identität der Krankheit im Becken von St. Etienne mit der Gotthardanämie. Im Jahre 1882 wiesen Manouvriez[6]) und Lesage[7]) die Verbreitung des Parasiten auch im nördlichen Kohlenbecken Frankreichs — Valenciennes und Anzin — nach und Dransart[8]) (1882) bestritt hier zwar nicht die Bedeutung des Parasiten für die Gesundheit der Bergleute, zog aber hauptsächlich

[1]) Zappert, Wien. klin. Wochenschr. 1892, Nr. 24. — [2]) Goldman, Die Ankylostomiasis. Wien, 1900. — [3]) „Glückauf“ 1903, Nr. 12. — [4]) Manouvriez, Compt. rend. du Congrès des scienc. méd. en 1877, Genève 1878. — [5]) Trossat, Thèse Lyon 1882. — [6]) Vergl. Ponthet, Bullet. méd. du Nord, Lille 1882, XXI. — [7]) Lesage, Revue d'hygiène, Avril 1882. — [8]) Dransart, De l'anémie chez les mineurs, Paris 1882.

allgemeine Schädigungen durch den Beruf als Krankheitsursache heran. Erst allmählich gewann die Anschauung Perroncitos[1]) in Frankreich die Oberhand, und zwar — hier wie überall — als er im Farnkrautextrakte (Extractum filicis maris) ein wirksames Mittel zur Abtreibung der Würmer nachwies, und die Kranken nach erfolgreicher Abtreibungskur gesund wurden. In welchem Umfange die Ankylostomiasis in Frankreich heute unter den Bergleuten verbreitet ist, läßt sich noch nicht klar übersehen, da die vom Institut Pasteur in Lille 1902 veranlaßten Erhebungen sich nicht auf die Untersuchung des Stuhlganges aller Grubenarbeiter, sondern nur auf eine gewisse Anzahl Proben von Verdächtigen erstrecken. Bei diesen Erhebungen fanden sich Ankylostomeneier bei 2 % der Untersuchten im nördlichen und bei 5 % im südlichen Kohlenbecken Frankreichs. Die Schlußfolgerung Calmettes und Bretons[2]), „daß das Leiden in unserem Lande (Frankreich) nicht sehr verbreitet, aber doch auf mehreren Zechen vorhanden ist", dürfte sich nach den im westfälischen Kohlenrevier Deutschlands gemachten Erfahrungen mindestens als verfrüht erweisen, da nur von der Untersuchung der gesamten Belegschaften unter Tage sicherer Aufschluß zu erwarten ist.

Die Verhandlungen über die Wurmkrankheit auf dem XI. internationalen Hygiene-Kongreß in Brüssel im Jahre 1903 haben in Frankreich eine neue umfangreiche Untersuchung veranlaßt, die einer im Jahre 1904 eingesetzten Kommission übertragen, aber noch nicht abgeschlossen ist. Bei 20 % der unterirdischen Belegschaft unter besonderer Berücksichtigung der Blutarmen werden eingehende mikroskopische Untersuchungen des Stuhlganges vorgenommen; werden dabei 10 % der Bergleute als infiziert befunden, so folgt die Untersuchung der gesamten Belegschaft. Zur Durchführung dieser Maßnahme müssen im nördlichen Becken (Département du Nord und Pas de Calais) im ganzen 21000 Arbeiter d. h. 20 % untersucht werden. Bis zum 1. Januar 1905 war bereits das Ergebnis in 8978 Fällen festgestellt, von denen 163 wurmbehaftet waren, d. i. 1,8 %. Von 60 untersuchten Gruben erwiesen sich bis dahin 32 als infiziert, in 3 davon waren mehr als 10 % Wurmträger vorhanden. Calmette und Breton schließen daraus, daß das nördliche Kohlenbecken Frankreichs in viel geringerem Grade infiziert ist als das südliche an der Loire, zumal unter 61 vollständig untersuchten Wurmbehafteten 32 vorher in belgischen Gruben (Mons, Lüttich) gearbeitet hatten. Sie führen dieses verhältnismäßig günstige Ergebnis namentlich im Becken von Pas de Calais auf die Trockenheit, gute Bewetterung und niedrige Temperatur (nicht über 20° C) zurück, die in den dortigen meist modernen Grubenanlagen herrscht, während im Département du Nord die viel älteren Gruben mangelhafte hygienische Einrichtungen, größere Feuchtigkeit und höhere Temperatur aufweisen. Hier fand François im Grubenschlamm und am Grubenholz auch Eier und Larven in den verschiedenen Entwicklungsstadien vor.

Das Ergebnis der Untersuchungen im südlichen Kohlenbecken Frankreichs steht noch aus.

In dem benachbarten Belgien wurde der erste Fall von Ankylostomiasis bei einem Ziegelarbeiter, der in der Cölner Gegend gearbeitet hatte, im Jahre 1884 von

---

[1]) Perroncito, Rev. méd. de la Suisse rom. 1881. — [2]) Calmette und Breton, L'Ankylostomiasie, Paris 1905.



Masius[1]) und Firket[2]) im Hospital de Bavière zu Lüttich nachgewiesen. Hierdurch wurde die Untersuchung der Bergleute, unter denen gleichfalls die Cachexia montana beobachtet war, angeregt. Kuborn fand in der Tat den Wurm bei einer Anzahl unter ihnen, die vorher im St. Gotthardtunnel gearbeitet hatten, und Beco wies nach, daß auch schon einheimische Bergleute infiziert waren. Alsbald wurde durch Malvoz die Einsetzung einer Untersuchungskommission veranlaßt, die unter dem Vorsitze von Barbier die Verbreitung des Parasiten erforschte und den Kampf zu dessen Ausrottung aufnahm. Von dieser Kommission in wirksamster Weise unterstützt konnte Löbker[3]), der im Jahre 1903 in Gemeinschaft mit Vertretern der preußischen Ministerien für Handel und Gewerbe und für geistliche usw. Angelegenheiten und des Oberbergamts Dortmund sowie mit den Bergwerks-Direktoren Bingel, Lüthgen und Meyer eine Forschungsreise in das Lütticher Kohlenrevier ausführte, abgesehen von sonstigen wichtigen Ermittlungen, über die Verbreitung des Parasiten im Kohlenbecken von Lüttich folgendes feststellen:

In den drei Bezirken des Lütticher Beckens, Lüttich, Seraing und Herve befinden sich 71 Zechen mit etwa 30000 Arbeitern, wovon 24000 unter Tage beschäftigt sind. Die Zechen liegen teils auf dem rechten, in der Mehrzahl aber auf dem linken Ufer der Maas und zwar alle dicht beieinander und meist in großer Nähe des Flusses. Zwischen der geringen und im allgemeinen seßhaften Belegschaft des Bezirks Herve und den Gruben der beiden anderen Bezirke findet ein nennenswerter Wechsel nicht statt. Außerdem haben die Herver Gruben nur eine geringe Tiefe, niedrige Temperatur (17—18° C) und sind verhältnismäßig trocken. Die meisten von ihnen sind bisher als wurmfrei befunden worden; nur vereinzelte eingeschleppte Fälle wurden hier beobachtet. In den beiden anderen Bezirken Lüttich und Seraing befinden sich die wirtschaftlich bedeutenderen Zechen; sie bauen in größerer Teufe Ess- und Fettkohle ab, haben in der Mehrzahl eine erheblich größere Belegschaft, die in einem beständigen lebhaften Wechsel (14 tägig) steht. Diese Zechen haben durchweg eine höhere Temperatur (20—26° C) und einen erheblich höheren Feuchtigkeitsgehalt, als die im Bezirk Herve. Sämtliche Zechen dieser beiden Bezirke sind mehr oder weniger infiziert und zwar bis etwa 60 %. Die Untersuchung der Tagesarbeiter hat ein negatives Ergebnis gehabt. Nur in ganz vereinzelten Fällen hat man den Wurm gefunden bei solchen Tagesarbeitern, die nachweislich vorher in der Grube gearbeitet hatten. Eine Übertragung der Krankheit auf die Familienmitglieder ist in keinem Falle nachgewiesen worden. Das bisher gesammelte statistische Material gestattet zwar noch nicht einen vollkommenen Überblick über die Verbreitung der Krankheit im Lütticher Revier, weil nur auf einem Bergwerk mit drei Schächten die gesamte Belegschaft unter Tage (etwa 1700 Mann) untersucht ist, während auf einer größeren Anzahl von Zechen bisher nur einzelne Untersuchungen in größerem oder geringerem Umfange ausgeführt sind. Die Statistik hat aber den

[1]) Masius, Arch. de Biologie, Gand 1884. — [2]) Firket, ebenda. — [3]) „Glückauf" 1903, Nr. 26. Vgl. Masius et Francotte, Bullet. de l'Acad. roy. de méd. de Belgique, 3 sér., t. XIX, und Barbier, La lutte contre l'Ankylostomasie (amtlicher Bericht) Liège 1902, sowie die Verhandlungen des Internat. hygien. Kongresses in Brüssel 1903.

Vorzug, daß sie sich ausschließlich auf mikroskopische Kotuntersuchungen — und zwar auf 14000 Untersuchungen bis zum Jahre 1903 — stützt, nicht allein oder teilweise auf Feststellung von schwereren Krankheitsfällen. Die seit etwas mehr als 20 Jahren bestehende Infektion der Lütticher Gruben mit Ankylostoma ist ursprünglich wohl durch Einschleppung von außerhalb erfolgt. Die Weiterverbreitung der Krankheit ist aber sicher durch den ständigen lebhaften Wechsel der Arbeiter von einer Zeche zur andern entstanden, sie wird auch heute noch dadurch unterhalten. Eine systematische Behandlung der Wurmträger hat bisher nicht stattgefunden, vielmehr hat sich diese lediglich auf diejenigen beschränkt, welche ausgesprochene Krankheitserscheinungen darboten. Die Anzahl der letzteren ist angeblich bisher eine geringe gewesen. Es herrscht daher offensichtlich eine gewisse Gleichgültigkeit sowohl bei den Arbeitern wie bei den Beamten, sodaß auch letztere, obwohl sie wissen, daß sie infiziert sind, sich einer Behandlung bis zur vollständigen Befreiung von den Parasiten nicht unterziehen. Der Kampf gegen die Krankheit wird im Lütticher Revier unter der Führung von Barbier und Malvoz zielbewußt und eifrig geführt, und die wissenschaftlichen Untersuchungen über den Parasiten werden durch letzteren im Verein mit seinem Assistenten Lambinet im bakteriologischen Institut von Lüttich in hervorragender Weise gefördert. Auch in Hennegau, in Mons und Charleroi ist die Wurmkrankheit verbreitet; dort sind gleichfalls besondere Ausschüsse zu ihrer Bekämpfung tätig.

Aus den Niederlanden wurde im Jahre 1886 das Vorkommen des Wurmes in der Provinz Limburg[1]) gemeldet; von den Kranken stammte ein Teil aus der Cölner Gegend. Nach dem Berichte Wolterings, des Hauptinspektors der Volksgesundheit für Nordbrabant, Gelderland und Limburg, sind die Gruben seines Bezirks keineswegs vor der Infektion geschützt, da die Temperatur und die Feuchtigkeit dort für die Entwicklung der Larven nicht ungünstig sind und auch die hygienischen Verhältnisse viel zu wünschen übrig lassen.

Neuerdings ist durch die Untersuchungen von Boykott und Haldane[2]) der Parasit und die Krankheit auch in England unter den Bergarbeitern in Cornwallis nachgewiesen worden; man führt ihr Auftreten auf Einschleppung aus den Tropen bei dem ständigen Wechsel der Arbeiter zwischen England und den übrigen Weltteilen zurück. In der Grube von Dolcoath ist die Krankheit im Jahre 1893 aufgetreten; 1898 soll sie ihren Höhepunkt erreicht haben, seitdem aber in Abnahme begriffen sein.

Spanien scheint bisher von der Krankheit noch verschont geblieben zu sein.

In Deutschland war schon seit längerer Zeit die Blutarmut unter den Ziegelarbeitern bekannt (Heise, Rühle), ohne daß man über die Ursache des Leidens unterrichtet war. Im Jahre 1882 fand Menche[3]) auf der Klinik Rühles in Bonn bei einem kranken Ziegelarbeiter aus Kessenich die Parasiten und demonstrierte sie in der niederrheinischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde zu Bonn. Fast gleichzeitig

[1]) Dubois, Neederl. Tijdsch. voor Geneeskunde v. 1, 1886, S. 268; Rutgers, ebenda, II, 1886, S. 328. — [2]) Report to the Secret. of State for the Home Departm. on an outbreak of Ankylostom. in a Cornish mine by J. S. Haldane, London 1902. Journ. of Hygiene 1903. — [3]) Menche, Berlin. klin. Wochenschr. 1884, Nr. 23.



(1882) stellte Leichtenstern[1]) die Verbreitung des Schmarotzers unter den Arbeitern auf zahlreichen Ziegeleien in der Umgebung Cölns fest, wohin er durch Arbeiter aus den belgischen Bergwerken (Wallonen und Vlamländer) eingeschleppt war. Durch Studien auf den Arbeitsfeldern selbst gewann er ein klares Bild über die Herkunft, die Verbreitung und die Wege der Übertragung des Wurmes. O. Seifert und Müller[2]) beobachteten im Jahre 1885 zwei Fälle von Ankylostomiasis bei italienischen Ziegelarbeitern in Heidingsfeld bei Würzburg und vereinzelte Mitteilungen über das Vorkommen unter den Ziegelarbeitern folgten weiterhin aus Berlin, dem südlichen Sachsen und aus Baden (Rastatt).

In deutschen Bergwerken ist die Krankheit zuerst im Jahre 1885 durch G. Mayer[3]) im Aachener Revier nachgewiesen worden, und sein Assistent Völckers[4]) berichtete in demselben Jahre, daß unter 10 anämischen Bergleuten 9 sich als wurmbehaftet erwiesen hätten. Alle stammten von dem tiefen Schachte der Grube Maria bei Höngen, deren Belegschaft einen regen Wechsel mit den Gruben im Lütticher Kohlenbecken unterhielt. Schon damals waren fast sämtliche Arbeiter des Tiefschachtes (etwa 300) anämisch, während die übrige Belegschaft sich als gesund erwies. Eine allgemeine Untersuchung des Kotes ist aber damals wohl nicht vorgenommen worden. Von dort aus scheint die Krankheit auf die Grube Gemeinschaft übertragen zu sein, von der im Jahre 1887/88 26 Fälle im Knappschaftskrankenhaus zu Bardenberg[5]) beobachtet wurden. Später hat man im Wurmrevier der Angelegenheit keine besondere Bedeutung mehr beigelegt; da neue Erkrankungsfälle nicht gemeldet wurden, hielt man die Seuche für erloschen. Im Jahre 1898 wurden jedoch wieder 10, 1899 6, 1900 5 Fälle, 1901 und 1902 je 1 Fall aufgefunden, und als dann im Jahre 1903 die Ereignisse im rheinisch-westfälischen Kohlenrevier Anlaß zu ausgedehnteren Untersuchungen der Belegschaften gaben, stellte es sich allmählich heraus, daß die Ankylostomiasis bereits eine erhebliche Ausdehnung gewonnen hatte. Ein richtiges Bild konnte jedoch erst die Untersuchung der gesamten Belegschaften geben, welche im Oktober 1904 (bei Grube Nordstern im Februar 1905) beendigt wurde und ergab, daß von je 100 der unter Tage beschäftigten Bergleute auf Nordstern 74,5, Maria 25,9, Gouley 14,7, Anna 7,4, Voccart 7,3, Laurweg-Langenberg 6,9 und auf Kämpchen 5,4 mit dem Grubenwurm behaftet waren. Seither sind dort umfassende Bekämpfungsmaßregeln mit solchem Erfolge getroffen worden, daß die Zahl der Wurmbehafteten bei der zweiten Gesamtmusterung bereits bei Nordstern auf 14,0, Gouley 3,8, Laurweg-Langenberg 2,7, Kämpchen 0,7 % gefallen ist. Auf den drei anderen Zechen sind die zweiten Musterungen noch nicht beendet. Löbker ist der Ansicht, daß die Ankylostomiasis im Wurmrevier seit jenen Funden vor 20 Jahren überhaupt nicht erloschen gewesen ist.

Im Gebiete des Oberbergamtsbezirks Dortmund soll der erste Fall im Jahre 1886 bei einem Bergmann von der Zeche Langenbrahm durch Albers

---

[1]) Leichtenstern, Deutsche med. Wochenschr. 1888, Nr. 42; vergl. auch das Verzeichnis der zahlreichen wichtigen Arbeiten Leichtensterns bei Zinn u. Jakoby a. a. O., S. 27. — [2]) O. Seifert und Müller, Zentralbl. f. klin. Med. 1885, Nr. 27. — [3]) G. Mayer, ebenda, 1885, Nr. 9. — [4]) G. Völckers, Berlin. klin. Wochenschr. 1885, Nr. 36. — [5]) Beck, Über Ankylostoma duodenale und Ankylostomiasis bei Bergleuten, Dissert. Greifswald 1889.

festgestellt sein, doch läßt sich nicht mehr nachweisen, ob die Diagnose durch Kotuntersuchung gesichert worden ist. Erst im Jahre 1892 fanden Beuckelmann und Fischer[1]) den Parasiten bei einem Bergmann der Zeche Graf Schwerin bei Castrop. Dies veranlaßte Löbker in den Jahren 1893/95 die Belegschaft dieser Zeche zu untersuchen; er fand auf dieser Zeche 17 zum Teil sehr schwere Krankheitsfälle, ferner je 3 auf den Zechen Erin und Victor und 1 auf der Zeche Friedrich der Große. Bald darauf stellte er einen weiteren Krankheitsherd auf der Zeche Steingatt fest. Aus der Schwere der Krankheitsfälle zur damaligen Zeit (3 Todesfälle) kann man den Schluß ziehen, daß die Einwanderung des Wurmes in das rheinisch-westfälische Revier schon geraume Zeit vorher stattgefunden hat. Die angestellten Nachforschungen machten es wahrscheinlich, daß die Würmer durch wallonische Ziegelarbeiter eingeschleppt worden seien; diese Annahme erwies sich aber später als irrig, da die betreffenden Ziegelarbeiter nicht aus Belgien, sondern aus Holland stammten und sicher wurmfrei gewesen sind. Da, wie Löbker auf seiner ersten Studienreise in Ungarn (1896) feststellen konnte, von den dortigen Gruben, insbesondere von Brennberg, regelmäßig Arbeiter nach Westfalen abgekehrt waren und Tenholt unter diesen tatsächlich Wurmträger nachwies, darf man annehmen, daß jedenfalls direkte Beziehungen zwischen den ungarischen und den rheinisch-westfälischen Krankheitsherden bestanden haben; unzweifelhaft sind sie aber nicht die einzigen gewesen, vielmehr wird auch eine Verseuchung — wahrscheinlich sogar in viel größerem Umfange — durch italienische Gesteinshauer, die namentlich seit Beendigung der Arbeiten am St. Gotthardtunnel sehr zahlreich zuzogen, erfolgt sein.

Die vorerwähnten Fälle von Wurmkrankheit im Gebiete des Oberbergamts Dortmund veranlaßten diese Behörde im Juni 1895 Löbker, der die Erkrankten behandelt hatte, zu einer gutachtlichen Äußerung über die Krankheit und die zu ihrer Bekämpfung erforderlichen Maßregeln aufzufordern. Die Vorschläge, welche in dem Anfang 1896 erstatteten Gutachten[2]) gemacht und in einer vom Oberbergamt auf den 8. Mai 1896 einberufenen Versammlung von Ärzten, Beamten und Interessenten geprüft und gebilligt wurden, hatten zur Folge, daß

1. zur Verbreitung der Kenntnis der Krankheit das Gutachten den Knappschaftsärzten und Grubenverwaltungen zugestellt und auf sämtlichen Zechen eine Belehrung über die Krankheit durch Anschlag veröffentlicht wurde,
2. die zuziehenden wallonischen Arbeiter, die man damals für die Verbreiter der Krankheit hielt, vor der Annahme auf Wurmkrankheit untersucht und die Belegschaften von den Knappschaftsärzten regelmäßig besichtigt und die Wurmkranken der Behandlung zugeführt und dem Knappschaftsvorstande angezeigt wurden,
3. der Zeche „Graf Schwerin“ durch bergpolizeiliche Anordnung vom Juli 1903 umfassende Bekämpfungsmaßregeln auferlegt wurden, die weiterhin mehrfach ergänzt und auf die anderen betroffenen Gruben ausgedehnt worden sind.

[1]) Beuckelmann und Fischer, Deutsche med. Wochenschr. 1892, Nr. 50. — [2]) Löbker, Die Ankylostomiasis und ihre Verbreitung unter den Bergleuten im Oberbergamtsbezirk Dortmund. Wiesbaden 1896.

Wenn auch zunächst vielleicht nur wenige Gruben infiziert waren, so erfolgte durch den ständigen Wechsel der Bergarbeiter von einer Arbeitsstelle zur andern sehr bald die Weiterverbreitung der Krankheit von Grube zu Grube.

Auf Grund der Meldungen der Knappschaftsärzte wurden festgestellt[1])

im Jahre	1896	auf	17	Zechen	110	Krankheitsfälle,
	1897	„	28	„	125	„ ,
	1898	„	35	„	103	„ ,
	1899	„	42	„	91	„ ,
	1900		—		286	„ ,
	1901	„	63	„	1029	„ ,

Unter diesen Umständen nahm man auf umfassendere Maßnahmen zur Bekämpfung des Parasiten Bedacht, da die bisherige Zentralisation der Untersuchungen an einer einzigen Stelle sich als unzulänglich erwies. Im September 1902 wurde vom Allgemeinen Knappschaftsverein zu Bochum ein besonderer Ausschuß zur Bekämpfung der Krankheit aus den Reihen der Knappschaftsverwaltung, sowohl der Bergwerksleiter als auch der Bergarbeiter gewählt, zu deren Sitzungen Vertreter des Königlichen Oberbergamts zu Dortmund, der Knappschaftsoberarzt, Regierungs- und Medizinalrat a. D. Dr. Tenholt, der Oberarzt des Krankenhauses Bergmannsheil in Bochum, Professor Dr. Löbker, und der Direktor des Instituts für Hygiene und Bakteriologie in Gelsenkirchen, Dr. Bruns, zugezogen wurden. Auf den Vorschlag von Bruns wurde beschlossen, zur sicheren Feststellung des Umfanges der Krankheit den Stuhlgang sämtlicher unterirdisch beschäftigten Bergleute auf allen Zechen des Reviers auf Ankylostomeneier zu untersuchen. Zu diesem Zwecke wurden an den verschiedensten Stellen des Reviers auf Löbkers Anregung besondere Untersuchungsstationen eingerichtet, die zum Teil mit Baracken zur Behandlung der Wurmbehafteten versehen waren. Mehr als 200 Ärzte wurden für die Untersuchung ausgebildet und 56 Krankenhäuser zur Aufnahme der Wurmkranken zur Verfügung gestellt. Behörden und Grubenverwaltungen eiferten miteinander, den gefährlichen Gast möglichst schnell zu vernichten. Am 4. April 1903 tagte unter Vorsitz des Königlich Preußischen Ministers für Handel und Gewerbe in Berlin eine Konferenz[2]), die von Vertretern des genannten und des Königlich Preußischen Ministeriums der geistlichen, Unterrichts- und Medizinal-Angelegenheiten, des Kaiserlichen Gesundheitsamts, des Königlichen Oberpräsidiums für Westfalen sowie des Rheinlandes, des Königlichen Oberbergamtes zu Dortmund, des Allgemeinen Knappschaftsvereins zu Bochum (Verwaltung, Arbeitgeber und Arbeitnehmer), des Vereins für die bergbaulichen Interessen, des Verbandes der Vereine technischer Grubenbeamten beschickt war, und zu der die drei ärztlichen Sachverständigen Bruns, Löbker, Tenholt zugezogen wurden, um die zu treffenden Maßnahmen zu beraten. Als Ergebnis dieser Konferenz wurde vom Königlichen Oberbergamt in Dortmund die allgemeine Bergpolizei-Verordnung vom 13. Juli 1903 (in Kraft getreten am 1. August 1903)[3]) erlassen, welche vorschreibt, 1. daß als-

[1]) Nach den Verwaltungsberichten des allgemeinen Knappschaftsvereins zu Bochum. — [2]) Verhandlungen, betr. Maßregeln zur Bekämpfung der im Oberbergamtsbezirk Dortmund herrschenden Wurmkrankheit. Konferenz am 4. April 1903, Berlin 1903. — [3]) Siehe Seite 521.

bald eine Stichprobenmusterung, d. h. die mikroskopische Untersuchung von mindestens 20 % der unterirdischen Belegschaft aller Steinkohlengruben vorzunehmen sei; 2. daß neu angelegte Arbeiter und Beamte auf Steinkohlenbergwerken zur Arbeit unter Tage nicht zugelassen werden dürfen, ehe sie nicht ihre Freiheit von der Wurmkrankheit nachweisen; 3. daß Arbeiter usw., bei denen der Wurm festgestellt ist, zur Arbeit unter Tage nicht eher zugelassen werden dürfen, bis sie durch ein ärztliches Attest ihre Freiheit von der Wurmkrankheit nachweisen; 4. daß nur bestimmte, vom Oberbergamt anerkannte Ärzte die erwähnten Bescheinigungen ausstellen dürfen. Besondere bergpolizeiliche Anordnungen[1]) wurden erlassen, falls durch die Stichprobenmusterung oder in sonstiger Weise festgestellt war, daß eine Zeche gefährdet sei, vorausgesetzt, daß die Zeche nicht selbst die erforderlichen Maßnahmen traf (mikroskopische Untersuchung der ganzen oder ausnahmsweise eines Teiles der unterirdischen Belegschaft, scharfe Vorschriften über Zahl, Art, Reinigung und Desinfektion der Aborte, Verbot der Verwendung von Grubenwasser zur Berieselung).

Durch die Stichprobenmusterung wurden in einem Jahre (bis September 1903) unter 188730 untersuchten Bergleuten 17161 = 9,09 % als wurmbehaftet festgestellt. Die weiteren Untersuchungen ergaben jedoch, wie weiter unten (im sechsten Abschnitt) ausgeführt werden wird, mehr oder minder schnell eine erfreuliche Abnahme der Krankenzahl.

Es mag hier noch hervorgehoben werden, daß trotz der Ausdehnung, die die Krankheit unter den Bergarbeitern gewonnen hatte, eine weitere Verbreitung über Tage unter der Bevölkerung nicht stattgefunden hat. Auf Veranlassung des Regierungspräsidenten zu Arnsberg sind 386 Frauen und 964 Kinder wurmbehafteter Bergleute und außerdem durch den Knappschaftsarzt Dr. Dieminger 113 Frauen und 288 Kinder wurmbehafteter Bergleute und 540 Tagesarbeiter auf Ankylostomiasis untersucht worden; nur bei 1 neunjährigen Knaben konnte das Vorhandensein von Würmern festgestellt werden, doch ist es nicht aufgeklärt, in welcher Weise die Ansteckung erfolgt ist[2]).

Aus dem Oberbergamtsbezirk Bonn wurde bereits oben über die Verhältnisse im Wurmrevier berichtet. Aus den übrigen Revieren ist nur die Zeche Rheinpreußen bei Homberg a. Rh. zu erwähnen, die wegen ihrer großen Nachbarschaft zum rheinisch-westfälischen Kohlenrevier bei dem Arbeiterwechsel nach und von dort der Ansteckungsgefahr ausgesetzt ist. Schon im Jahre 1896 stellte Löbker bei 6 Bergleuten, die von Zeche Steingatt kamen und auf Rheinpreußen Arbeit suchten, Ankylostoma fest. Bei der im Herbst 1903 vorgenommenen ersten Untersuchung der Gesamtbelegschaft fanden sich auf den Schachtanlagen Rheinpreußen IV und V keine, dagegen auf I/II und III 101 von 3273 Bergleuten (= 3,09 %) wurmbehaftet. Die weiteren Untersuchungen erwiesen den Erfolg der inzwischen ergriffenen Maßregeln; im Herbst 1904 waren von den 4384 unter Tage beschäftigten Arbeitern der ganzen Zeche nur noch 16 = 0,36 % wurmbehaftet.

---

[1]) Siehe Seite 523. — [2]) Mitteilungen über die Wurmkrankheit (herausgegeben vom Königl. Preußischen Ministerium für Handel und Gewerbe) Seite 17.

In den übrigen Revieren des Oberbergamtsbezirks Bonn hat sich die Ankylostomiasis bisher nicht gezeigt. Die in den Revieren Ostsaarbrücken, Westsaarbrücken, Neunkirchen vorgenommenen Untersuchungen, die sich z. T. auf die in den letzten drei Jahren von außerhalb gekommenen Arbeiter, ferner auf zurückkehrende Reservisten und aus fremden Revieren zuziehende Arbeiter erstreckten, sind sämtlich ergebnislos verlaufen; auch eine Kameradschaft auf der Erzgrube Lüderich im Revier Deutz-Ründeroth, die mit einem anderenorts als wurmkrank befundenen Bergmann zusammen gearbeitet hatte, erwies sich als wurmfrei.

Im Oberbergamtsbezirk Breslau wurden im Jahre 1897 auf dem Steinkohlenbergwerk Neue consolidierte Charlotte und Consolidierte Leo 16 ungarische Arbeiter als wurmbehaftet befunden, nachdem sie dort einige Tage beschäftigt gewesen waren. Infolgedessen wurden strenge Maßregeln ergriffen, um die weitere Einschleppung der Krankheit von wurmverseuchten Zechen des In- und Auslandes zu verhüten. So wurden z. B. die in den letzten Jahren aus Westfalen zugezogenen Bergleute sowie alle, die aus irgend welchen Gründen in Krankenhausbehandlung gelangten, oder die wegen ihrer Blutarmut und Schwäche verdächtig erschienen, auf Wurmkrankheit untersucht. Dabei wurden im Juni 1903 ein auf dem Steinkohlenbergwerk Hugo und Zwang als Grubenaufseher beschäftigter Italiener und im September desselben Jahres ein aus Böhmen stammender Schlepper, der zwei Tage auf der Gustavgrube bei Rothenbach unter Tage gearbeitet hatte, wurmbehaftet befunden; beide waren vorher in Westfalen beschäftigt gewesen. Außer diesen Fällen ist im Oberbergamtsbezirk Breslau Ankylostomiasis nur noch bei einigen zugewanderten Leuten festgestellt worden, bevor sie die Arbeit auf dem Bergwerk aufgenommen hatten. Die weiteren Untersuchungen der schon beschäftigten Bergleute sind ergebnislos verlaufen.

Eine Verseuchung der schlesischen Gruben, die übrigens infolge der niedrigen Temperatur (unter 20° C) weniger gefährdet sind, hat mithin nicht stattgefunden.

In den Oberbergamtsbezirken Halle und Clausthal sind die natürlichen Verhältnisse dem Auftreten und der Verbreitung der Krankheit nicht günstig, da vielfach die Temperatur in den Bergwerken für die Entwicklung des Wurmes zu gering ist oder aber die Beschaffenheit der Grubenwässer sie verhindert. Es kommt hinzu, daß der Belegschaftswechsel meist gering ist, und daß in einigen Revieren nur Einheimische beschäftigt werden. Wo Untersuchungen stattgefunden haben, sind sie ergebnislos geblieben.

In Bayern sind im Jahre 1903 von den Bergbehörden im Benehmen mit den Knappschaftsärzten eingehende Erhebungen und Untersuchungen der im Bergbau beschäftigten Arbeiter ausgeführt worden. Dabei haben die rechtsrheinischen Gruben sich als wurmfrei erwiesen, während in der Pfalz auf der Kohlengrube Nordfeld 2 Wurmkranke ermittelt wurden, die vorher in verseuchten Zechen des Oberbergamtsbezirks Dortmund gearbeitet und sich zweifellos dort angesteckt hatten; dasselbe ist bei einem dritten Bergarbeiter anzunehmen, bei dem die Ankylostomiasis festgestellt wurde, nachdem er von Nordfeld nach Westfalen zurückgekehrt war. Wiederholte Untersuchungen sämtlicher Arbeiter dieser Grube blieben ergebnislos, ebenso die Untersuchung sämtlicher seit 1902 eingetretenen Bergarbeiter der übrigen pfälzischen Gruben, sowie eines Teils der älteren Arbeiter.

Im Königreich Sachsen hat bereits seit Jahren das Bergamt zu Freiberg auf die Wurmkrankheit seine Aufmerksamkeit gerichtet. Nachdem eine Umfrage bei den Knappschaftsärzten im Dezember 1902 keinen Anhalt für das Vorkommen der Wurmkrankheit ergeben hatte, wurden zunächst auf den Königlichen Bergwerken alle seit dem Jahre 1901 aus verdächtigen Revieren zugezogenen Arbeiter sowie 15 % der an Orten mit mehr als 22° C beschäftigten Bergleute und auf den Gruben des Zwickauer und des Lugau-Ölsnitzer Reviers die nach dem 1. Januar 1900 aus verdächtigen Gegenden gekommenen Arbeiter untersucht[1]).

Bei diesen Untersuchungen wurden 3 Bergleute als wurmbehaftet erkannt, die bereits längere Zeit in den Gruben der Ölsnitzer Bergbaugewerkschaft, der Gesellschaften Vereinsglück und Concordia und der Gewerkschaft Deutschland in Ölsnitz gearbeitet hatten. Von ihnen waren 2 früher in Westfalen, 1 in Ungarn beschäftigt gewesen; es ist anzunehmen, daß sie dort angesteckt worden sind. Aus Anlaß dieser Befunde wurden auf den betroffenen Gruben außer den schon untersuchten Arbeitern noch 5 % der Belegschaft auf Wurmkrankheit untersucht, wobei besonders die ehemaligen Mitarbeiter der wurmbehaftet befundenen Leute und die mit der Reinigung und Entleerung der Kübel beschäftigten Personen ausgewählt wurden. Weitere Fälle sind jedoch nicht festgestellt.

Dagegen wurden in Westfalen 4 Bergleute wurmkrank befunden, die vorher in sächsischen Gruben gearbeitet hatten. Von ihnen war 1 vor seiner Anlegung in Sachsen (auf dem Vertrauensschachte des Erzgebirgischen Steinkohlen-Aktienvereins zu Schedewitz bei Zwickau) bereits in Westfalen beschäftigt gewesen und offenbar schon damals angesteckt worden; die aus Anlaß davon auf der sächsischen Grube ausgeführten Untersuchungen, die besonders seine früheren Mitarbeiter betrafen, verliefen ergebnislos. Die anderen 3 Bergleute waren nicht wie jener bei ihrem Übertritt von Sachsen nach Westfalen, sondern erst solange Zeit nachher als wurmkrank befunden, daß man nicht berechtigt war anzunehmen, sie seien bereits in Sachsen wurmkrank gewesen.

Im übrigen Reichsgebiet sind, wie eingehende amtliche Ermittlungen ergeben haben, nur noch in Braunschweig, Sachsen-Altenburg, Anhalt und Elsaß-Lothringen einige Gruben vorhanden, in denen wegen ihrer Temperaturverhältnisse eine Entwicklung und Verbreitung des Grubenwurms möglich ist. In den braunschweigischen Bergwerken (Braunkohlengrube Prinz Wilhelm und Eisenerzgrube Friederike) findet sich eine höhere Temperatur als 20° C nur zeitweise an einzelnen Betriebspunkten, in den anhaltischen Braunkohlengruben nur in einzelnen Pferdeställen und Maschinenkammern unter Tage. Auch in den Braunkohlengruben in Sachsen-Altenburg ist diese Temperatur in der Regel nicht vorhanden. Ebenso ist es mit dem Steinkohlenbergwerk Schönecken in Lothringen, während das Asphaltbergwerk Lobsann in Elsaß schon wegen seiner Trockenheit der Ansteckung nicht ausgesetzt ist; außerdem findet auf beiden Gruben eine Anlegung von Arbeitern aus anderen Revieren nicht statt.

[1]) Vgl. auch Karg, Die Ankylostomiasis im Königreich Sachsen, Leipzig 1904.



Auch in den meisten Teilen des Steinkohlenbergwerks Saar und Mosel sind die Temperaturverhältnisse unter Tage für die Entwicklung des Wurms ungünstig. Vielfache Untersuchungen bei Arbeitern dieses Bergwerks, die wegen ihres blassen Aussehens krankheitsverdächtig erschienen, sind durchgehends ergebnislos verlaufen. Dagegen sind unter den neu zugezogenen Arbeitern, die gemäß der Anordnung des Kaiserlichen Bergmeisters zu Saargemünd vom 29. Juni 1903 vor der Zulassung zur Arbeit unter Tage ärztlich auf Wurmkrankheit untersucht werden müssen, bis Mitte Januar 1905 30 (von 848 Untersuchten) wurmbehaftet befunden und bis zum Nachweis der Wurmfreiheit von der Anlegung ausgeschlossen worden. Die Feststellung der Wurmkrankheit bei einem Arbeiter der Grube Burbach im Oktober 1903 hat sich nachträglich als Irrtum erwiesen. Bei 2 Bergleuten, die nach ihrer Abkehr von lothringischen Gruben im Bergrevier Aachen wurmbehaftet befunden wurden, ergab es sich, daß sie vor ihrem wenige Monate umfassenden Aufenthalt in Lothringen bereits längere Zeit auf westfälischen, als verseucht bekannten Gruben gearbeitet und sich wahrscheinlich dabei angesteckt hatten. Untersuchungen der Belegschaften der beiden Gruben, auf denen die Betreffenden in Lothringen angelegt waren, verliefen ergebnislos.

In den übrigen Bundesstaaten, in denen Bergbau betrieben wird, sind die natürlichen Verhältnisse dem Auftreten der Wurmkrankheit hinderlich, insbesondere sind dort Schachtanlagen mit einer Temperatur von mehr als 20° C nicht vorhanden. Trotzdem wird auch dort von den Behörden und von den Grubenverwaltungen die Gefahr der Einschleppung nicht außer Acht gelassen; außer anderen Maßnahmen ist vielfach die Annahme von auswärts zuziehender Bergleute von dem Nachweis der Wurmfreiheit abhängig gemacht oder ganz aufgehoben.

Mit Ausnahme des Oberbergamtsbezirks Dortmund und des Bergreviers Aachen sind die Bergwerke Deutschlands von der Wurmkrankheit bisher nicht befallen; von den in den übrigen Betrieben vorgekommenen Fällen von Wurmkrankheit ist anzunehmen, daß sie auf Ansteckung von anderen Stellen beruhen. Es ist zu hoffen, daß es gelingt, diesen Feind der Gesundheit und der Erwerbsfähigkeit unserer Bergleute auch weiterhin fernzuhalten und ihn dort, wo er bereits Fuß gefaßt hat, mehr und mehr zu verdrängen.

Betrachtet man die Verbreitung des Ankylostoma über den Erdkreis, so ergibt sich, daß der Parasit im allgemeinen nur den wärmeren (tropischen und subtropischen) Gegenden angehört und dort unter der Bevölkerung in größerer Verbreitung vorkommt, während er in Europa, namentlich nördlich der Alpen, zwar schon seit mehreren Jahrzehnten heimisch geworden ist — ein autochthones Vorkommen ist bei uns wohl mit Sicherheit auszuschließen —, aber nur die Mitglieder ganz bestimmter Berufsarten (Ziegelarbeiter über Tage, Bergarbeiter unter Tage) befällt. Diese Tatsache wird verständlich, wenn man die Lebenseigentümlichkeiten und Existenzbedingungen des Ankylostoma näher betrachtet.

Zweiter Abschnitt.

Der Krankheitserreger (Ankylostoma duodenale).

Die Gattung der Ankylostomen ist ein Glied der großen Familie der Strongyliden, in welcher die Zoologie parasitisch lebende Würmer vereinigt, die durch den Besitz von sechs Mundpapillen ausgezeichnet sind, und deren männliche Angehörige am Hinterende ihres Körpers ein bei der Begattung als Haftapparat dienendes Organ, die Begattungstasche, Bursa copulatrix, besitzen. Die Strongyliden sind eine der zahlreichen Familien der Ordnung der Nematoden oder Fadenwürmer, zu denen von den bekannteren Parasiten des Menschen auch die Spulwürmer, Madenwürmer und Trichinen gehören.

Die Angehörigen der Gattung Ankylostoma, von der zwei verschiedene Arten beim Menschen bekannt sind, zeichnen sich vor ähnlichen Strongyliden durch die nach der Rückenseite gerichtete Krümmung des eine große Mundhöhle aufweisenden Vorderendes aus. Die Mundhöhle ist mit einer harten hornähnlichen Substanz ausgekleidet, welche die sogenannte Mundkapsel bildet und mit einer bestimmten Zahl von hakenförmig gekrümmten Zähnen bewaffnet ist, welche den Tieren den bezeichnenden Namen Ankylostoma (= Hakenmaul) eingebracht haben.

Die beiden beim Menschen gefundenen Arten von Ankylostoma sind das von Dubini in Mailand entdeckte[1]) Ankylostoma duodenale, der in der alten Welt, besonders in den wärmeren Ländern, weit verbreitete Erreger der Wurmkrankheit, und das Ankylostoma americanum, das erst im Jahre 1902 von Stiles in Amerika entdeckt wurde. In Amerika scheint in der überwiegenden Zahl der Fälle von Ankylostomiasis das Ankylostoma americanum der Erreger zu sein, obwohl auch das Ankylostoma duodenale dorthin bereits eingeschleppt ist. In Europa ist das erstere hingegen noch nicht gefunden worden.

Unser europäischer Grubenwurm, das Ankylostoma duodenale, scheint allein auf den Menschen als Wirt beschränkt zu sein; man hat zwar geglaubt es bei zwei anthropomorphen Affenarten, beim Gibbon und Gorilla, zu finden, doch soll es sich dabei nach Looss um andere nahe verwandte Arten gehandelt haben. Alle Angaben über das Vorkommen bei anderen Tieren unter natürlichen Bedingungen sind irrtümlich. Selbst bei künstlicher Infektion ist es bisher bei keinem Tier gelungen, die Würmer im Darm bis zur Eiablage anzusiedeln, wenn sie sich auch bei einzelnen Versuchstieren fast bis zur Geschlechtsreife bringen lassen (wie bei jungen Hunden und Affen).

Die genaue Erforschung des Baues und des Lebens der im Darm lebenden geschlechtsreifen Zustände des Ankylostoma duodenale verdanken wir in erster Linie R. Leuckart, Perroncito und Leichtenstern.

In neuerer Zeit hat sich besonders Looss um die Erforschung des feineren Baues und der Biologie der Ankylostomen Verdienste erworben; seine an reichem Sektionsmaterial in Ägypten gewonnenen Erfahrungen konnten bei den im Kaiserlichen Gesundheitsamt vorgenommenen Nachprüfungen überall bestätigt werden. Eine große

[1]) Siehe Seite 424.

zusammenfassende Monographie von Looss, welche die gesamte Lebensgeschichte des Ankylostoma duodenale behandelt, ist im Erscheinen begriffen[1]).

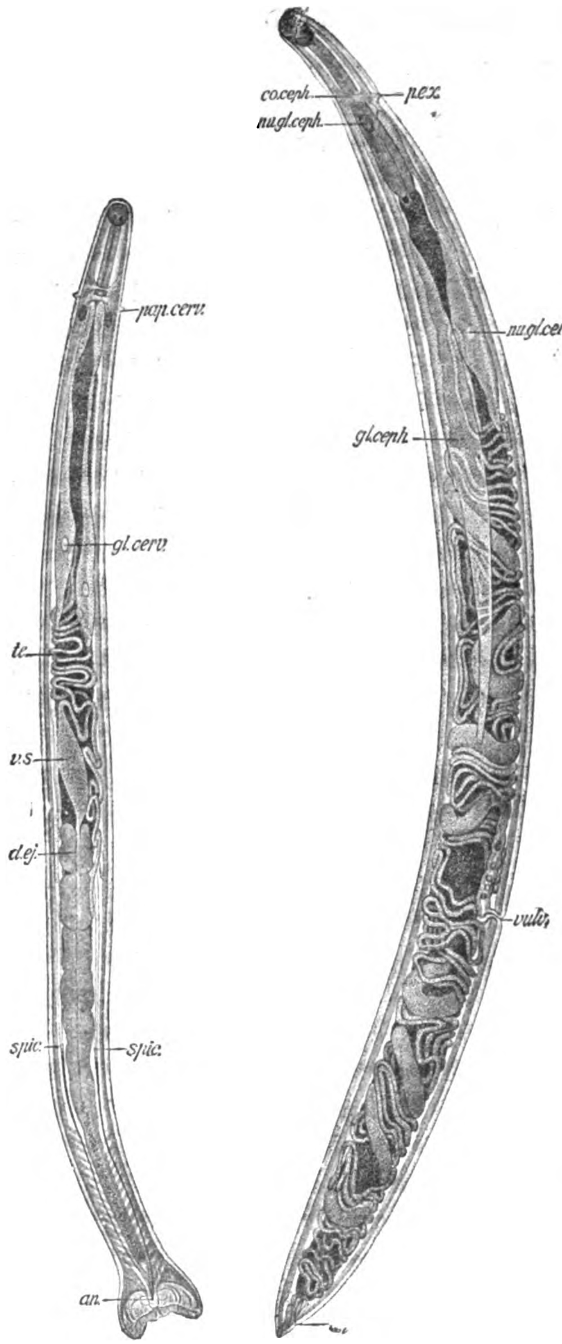


Fig. 1. Ankylostoma duodenale, links Männchen vom Rücken, rechts Weibchen von der Seite gesehen. Vergrößerung etwa 20fach. Buchstabenerklärung: an = Anus, co. ceph. = Nervensystem, d. ej. = Ductus ejaculatorius, gl. ceph. = Kopfdrüsen, nu. gl. ceph. = Kerne der Kopfdrüsenzellen, gl. cerv. = Halsdrüsen, nu. gl. cerv. = Kerne derselben, pap. cerv. = Halspapillen, p. ex. = Exkretionsporus, spic. = Spicula, te. = Hoden, v. s. = Samenblase, vulv. = Vulva. (Nach Looss in C. Menses Handbuch der Tropenkrankheiten, Leipzig, J. A. Barth, 1905, v. 1, S. 122, Fig. 22.)

Der Wohnsitz der Parasiten im Menschen ist der obere und mittlere Teil des Dünndarms (Jejunum und oberes Ileum). Nur sehr selten werden sie im Zwölffingerdarm (Duodenum) gefunden; der Zufall hat es gefügt, daß ihr Entdecker Dubini sie dort gerade antraf und ihnen danach den Namen gab (Ankylostoma duodenale).

Die Würmer sind getrennten Geschlechtes. Die Weibchen und Männchen leben vermischt an denselben Stellen des Darmes, wobei erstere meist an Zahl überwiegen. Die Gesamtzahl der in einem Menschen lebenden Würmer ist naturgemäß sehr verschieden und abhängig von dem Grade der ersten Infektion, der Dauer der Krankheit und der Möglichkeit von Nachschüben durch neue Ansteckung. Die größte bisher bei einer Sektion beobachtete Zahl (von Grassi angegeben) betrug 3000 Würmer, doch ist dies eine große Seltenheit.

Die beiden Geschlechter unterscheiden sich leicht durch ihre Größe. Während die Weibchen 12—18 mm lang werden, erreichen die Männchen nur eine Länge von 8—10 mm. Die letzteren erkennt man außerdem schon mit unbewaffnetem Auge an ihrem flügelförmig verbreiterten Hinterende, der früher erwähnten Begattungstasche (Bursa copulatrix), die dazu dient, bei der Kopulation die Weibchen zu umfassen und festzuhalten. Die Figur 1 stellt die Würmer bei etwa 20facher Vergrößerung dar und gibt

[1]) Der erste Teil dieser Arbeit ist in den „Records of the Egypt. Governm. School Cairo 1905“ erschienen.

eine Übersicht über ihre gröberen Bauverhältnisse. Bezüglich der Einzelheiten sei auf die Figurenerläuterung verwiesen. Die Geschlechtsunterschiede ergeben sich aus einer vergleichenden Betrachtung der Figuren. Die starke Entwicklung der Geschlechtsorgane ist ein Charakter aller Parasiten; die Erhaltung der Art ist bei den durch das Schmarotzertum enger begrenzten Lebensbedingungen nur durch eine reiche Produktion von Nachkommen gewährleistet. — Besonderes Interesse beansprucht die am Vorderende des Körpers bei Männchen und Weibchen in gleicher Form entwickelte, als Haftorgan ausgebildete Mundkapsel. In Figur 2 ist diese Mundöffnung bei stärkerer Vergrößerung (etwa 228 fach) abgebildet. Man bemerkt die vier starken oberen Zähne, die wohl geeignet sind, den Körper des Wurms an der Schleimhaut des Darms zu verankern; den Widerhalt geben hierbei die zwei unteren kleineren Zähnchen, die in der Figur gerade über den Rand der Mundöffnung hervorsehen. Im Hintergrunde bemerkt man zwei messerartig schmale Zähne, die dazu dienen sollen, die feinen Blutgefäße des Darmes anzuschneiden.

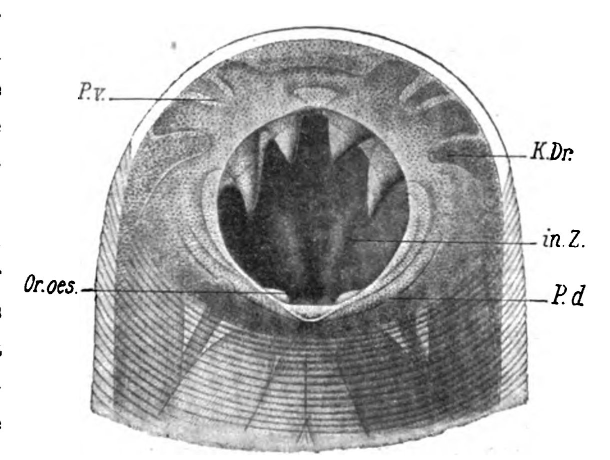


Fig. 2. Kopf von Ankylostoma duodenale, senkrecht auf die Ebene der Mundöffnung gesehen. Vergrößerung 228 fach. Buchstabenerklärung: KDr. = Mündungen der Kopfdrüsen, in. Z. = innere, bauchständige Zähne, von ihrer Schneide gesehen. Or. oes. = Eingang in die Speiseröhre, P. d. und P. v. = rücken- und bauchständige Kopfpapillen. (Nach Looss in C. Menses Handbuch der Tropenkrankheiten, Leipzig, J. A. Barth, 1905, v. 1, S. 123, Fig. 23.)

Bezüglich der Ernährung der Ankylostomen im Darmkanal des Wirtes nehmen fast alle Autoren an, daß die Würmer Blutsauger sind. Mit der Mundkapsel soll sich der Wurm zwischen den Querfalten der Darmschleimhaut befestigen, und, indem die Kapsel schröpfkopfartig ein Stück der Schleimhaut einsaugt und die inneren dolchartigen Zähne die Blutgefäße der Schleimhaut eröffnen, soll nun das Blut durch den Pumpapparat der Speiseröhre in den Darmkanal aufgesogen werden. Löbker konnte sich oft von der Tatsache überzeugen, daß der Darmkanal der Ankylostomen, namentlich der größeren Weibchen mit Blut gefüllt war, welches sich durch leichten Druck auf den Körper aus der Afteröffnung entleeren ließ. Da man beobachtet hat, daß die Würmer häufig unverdaute Blutkörperchen wieder durch den After entleerten, nahm man an, daß sie nur von der Blutflüssigkeit leben und demnach zu ihrer Ernährung einer größeren Menge Blutes bedürfen, als wenn sie das ganze Blut ausnutzten. Leichtenstern hat sie deshalb auch als Luxusschmarotzer bezeichnet. Man glaubte auf diese Weise erklärt zu haben, daß die verhältnismäßig kleinen Tiere so schwere Anämien erzeugen konnten. Vor kurzer Zeit hat nun aber Looss, dem sich Sangalli und Tenholt angeschlossen haben, eine recht abweichende Anschauung über die Ernährung der Ankylostomen geäußert. Von der Beobachtung ausgehend, daß sich unter den Würmern stets eine Anzahl von solchen befindet, die kein Blut in ihrem Darm enthalten[1]),

[1]) Leichtenstern erklärt dies damit, daß die Tiere bei Schädigungen, aber auch beim Tode des Wirtes, spontan ihren Darminhalt entleeren.

kommt er auf Grund seiner Sektionen zu dem Ergebnis, daß die Hauptnahrung der Ankylostomen die Darmschleimhaut selbst sei[1]). „Die Tiere verzehren dieselbe, indem sie sich gleichsam in die Schleimhaut hineinfressen, wobei deren Elemente anscheinend durch das Sekret der Ösophagusdrüsen aus ihrem Verbande gelockert und schließlich verschluckt werden. Gewöhnlich findet man die Würmer mit ihren Köpfen in dem Gewebe unter der Schleimhaut sitzen; treffen sie da zufällig auf ein Blutgefäß, so wird auch dessen Wand gelockert und das austretende Blut aufgesogen, wenn das Gefäß klein ist; ist es größer, dann tritt das Blut in größerer oder geringerer Menge auch neben dem Wurme aus und bildet Hämorrhagien. Daß die Parasiten ihren Sitz allem Anscheine nach oft wechseln, ist bekannt; jede verlassene Sitzstelle aber bedeutet ein Loch in der Darmschleimhaut; die Zerstörung wird um so ausgedehnter, je größer die Zahl der Würmer ist". Diese Anschauungen von Looss sind von Schaudinn an einer großen Zahl von Würmern, die aus Leichtensterns Sektionen stammten, nachgeprüft, indem er den Darminhalt der Parasiten mikroskopisch genau untersuchte. Bei 300 beliebig ausgewählten Würmern wurden 196 mal Reste von anderen Zellen als Blutkörperchen im Darm gefunden, bei den übrigen war entweder nichts nachzuweisen oder Blutkörperchen in reicherer oder spärlicherer Menge. Wiederholt wurden lange Fetzen der Darmschleimhaut direkt durch die Mundhöhle und die Speiseröhre bis in den Darm des Wurmes hinein verfolgt. Es scheint hiernach in der Tat die Ernährung der Ankylostomen nicht ausschließlich durch Blutsaugen zu erfolgen.

Am Kopfe der Ankylostomen münden die Ausführungsgänge von zwei sehr großen einzelligen Drüsen, den sogenannten Kopfdrüsen. Ein Blick auf die Figur 1 zeigt die gewaltige Ausdehnung dieser Organe, die auf eine besonders kräftige Funktion schließen läßt. Welche Bedeutung diesen Drüsen zukommt, die doch ihr Sekret nach außen entleeren, ist zur Zeit noch nicht geklärt. Die meisten Autoren betrachten sie als Giftdrüsen und nehmen demnach als Faktor für das Zustandekommen der Erkrankung außer der Schädigung durch die Ernährung des Wurmes noch eine Giftwirkung an, insbesondere werden die Veränderungen des Blutes des Wirtes, die er während der Krankheit erleidet (die Vermehrung gewisser Arten von Blutkörperchen, der sogenannten eosinophilen Leukozyten) auf den Reiz eines Giftes zurückgeführt (vergleiche den folgenden Abschnitt). Eine sichere Beantwortung dieser Frage durch den Versuch ist vor der Hand nicht möglich, da er nach dem jetzigen Stande unserer Kenntnisse am Menschen ausgeführt werden müßte.

In neuester Zeit hat man jedoch festgestellt, daß ein aus den Vorderenden der Würmer (die ja die fraglichen Drüsen enthalten) hergestellter wässriger Auszug imstande ist, die Gerinnung des Blutes zu verhindern[2]). So würden aus der Wirkung der Drüsen die für Ankylostomiasis charakteristischen langen Nachblutungen der Bißwunden im Darm erklärt werden können. Schaudinn hat diesen Versuch beim Ankylostoma caninum nachgeprüft und bestätigt[3]).

[1]) Vergl. Zentralblatt für Bakteriologie, Bd. 35, 1904, S. 753. — [2]) Vergl. L. Loeb und A. J. Smith, Zentralblatt für Bakteriologie, Bd. 37, 1904, S. 93. — [3]) Es ist schon lange bekannt, daß auch beim medizinischen Blutegel (Hirudo medicinalis) das Sekret gewisser Drüsen die Gerinnung des Blutes im Magen des Tieres verhindert.

Nächst der Ernährung der Parasiten spielen ihre Wanderungen im Darm des Menschen eine bedeutende Rolle nicht nur beim Zustandekommen der Erkrankung, sondern auch bei der Behandlung der Krankheit. Natürlich ist es nicht möglich, die Würmer im Darm zu beobachten, man ist auf Schlußfolgerungen aus den Ergebnissen von Obduktionen und Abtreibungskuren angewiesen. Die besten Angaben verdanken wir Leichtenstern, der mit außerordentlicher Geistesschärfe seine Sektionsbefunde zum Studium dieser Frage kritisch verwertet hat. Nach seinen Angaben sind die jungen, noch nicht geschlechtsreifen Würmer seßhaft. Der lebhafte Ortswechsel beginnt erst mit der Zeit der ersten Begattung, etwa in der fünften Woche nach der Infektion. Man findet daher die Zahl der Bißstellen im Darme am größten bei jedem frischen Fall von Ankylostomiasis. Die Häufigkeit des Ortswechsels der Parasiten ist um so größer, je jünger die gechlechtsreifen Ankylostomen sind, mit dem Alter werden sie seßhafter. Blutige Durchfälle und akute Entstehung der Anämie werden am häufigsten in den jüngsten Fällen von Ankylostomiasis gefunden. Leichtenstern hat ferner wahrscheinlich gemacht, daß die Begattung zu bestimmten Zeiten erfolgt und daß daher Perioden der Ruhe mit Wanderungszeiten abwechseln.

Wahrscheinlich suchen während der Begattungszeiten häufiger die Männchen die festsitzenden Weibchen auf, als umgekehrt Weibchen die Schleimhaut verlassen, um Männchen zu umschwärmen. Hierauf schließt man aus der Beobachtung, daß die Zahl der Männchen im ganzen sich mehr der der Weibchen nähert, je jünger die Ankylostomen sind, während in alten Fällen stets die Zahl der Weibchen beträchtlich überwiegt. Die Männchen müßten also im Laufe der Zeit früher spontan abgehen als die Weibchen und es wäre einleuchtend, daß die Gefahr, von den Bewegungen des Darminhalts mitgerissen und nach außen befördert zu werden, für die häufiger frei beweglichen Männchen größer sei, als für die seßhafteren Weibchen.

Über die Lebensdauer der Parasiten im Darmkanal sind schwer genaue Angaben zu erhalten. Sicher ist nur, daß die Würmer, wenn sie nicht durch Abtreibungskuren gestört werden, fünf bis sechs Jahre leben können. Leichtenstern fand z. B. in einem Falle von Ankylostomiasis, welcher niemals mit Abtreibungsmitteln behandelt war, acht Jahre nach dem sicher feststellbaren Beginne der Infektion bei der Sektion keine Würmer mehr, nachdem er die Eier im Kote noch bis zum 5. Jahre festgestellt hatte; er kommt daher zu dem Schluß, „daß die natürliche Lebensdauer der Parasiten fünf Jahre (nach neueren Erfahrungen sechs) erreichen kann, jedenfalls acht Jahre nicht überschreitet“.

Was die Eiablage der befruchteten Ankylostomenweibchen im Darmkanal anbetrifft, so ist man natürlich nicht in der Lage, unmittelbare Beobachtungen darüber zu machen. Man weiß aber sicher aus dem anatomischen Befunde, daß die Eier den Reifungsprozeß schon im Eierstock durchmachen und bereits im Körper des Muttertieres befruchtet werden. Bald nach der Befruchtung werden sie, noch in ungefurchtem Zustande, abgelegt und durch die Darmbewegungen sehr gleichmäßig im Kot verteilt. Man ist berechtigt anzunehmen, daß die Reifung und Abstoßung der Eier bei den einzelnen Wurmindividuen während ihres ganzen Lebens von der Geschlechtsreife ab ziemlich gleichmäßig erfolgt, wenn im einzelnen natürlich auch Schwankungen bezüg-

lich der Zahl der in den gleichen Zeitabschnitten produzierten Eier bestehen werden und wohl im allgemeinen bei höherem Alter der Würmer eine Abnahme der Eiabstoßung erfolgt. Die Gleichmäßigkeit ist aber doch so groß, daß Leichtenstern, dem wir auch hier wieder die grundlegenden Untersuchungen verdanken, auf Grund zahlreicher Zählungen eine Formel aufstellen konnte, mit Hilfe deren man aus der Zahl der im Kote gefundenen Eier annähernd die Zahl der im Darmkanal vorhandenen Ankylostomenweibchen berechnen kann. Diese Formel lautet $x = \frac{a}{47}$, wobei x die Zahl der im Darm zu erwartenden Weibchen und a die Zahl der in 1 g Kot enthaltenen Eier darstellt. Die Anzahl der Eier im abgelegten Kot schwankt naturgemäß nach der Zahl der Würmer, sie kann außerordentlich groß sein; Leichtenstern zählte z. B. in 1 g Kot 18910 Eier.

Die in den Darminhalt von den befruchteten Weibchen abgelegten Eier variieren bezüglich ihrer Größe innerhalb ziemlich enger Grenzen. Sie haben eiförmige Gestalt und sind durchschnittlich 0,06 mm lang und 0,04 breit. Das Weibchen legt sie entweder ungefurcht (Fig. 3a) oder im Beginn der Furchung ab. In den frischen Stühlen

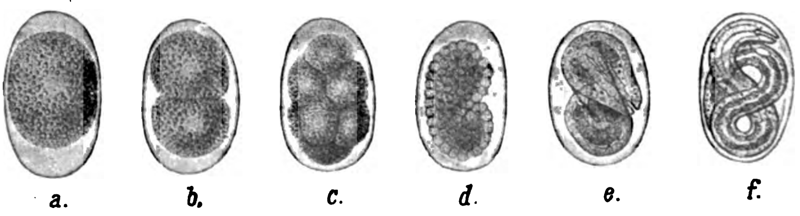


Fig. 3. Sechs Zustände der Eientwicklung des Ankylostoma duodenale. Vergrößerung 336fach. a u. b finden sich in den frischen Stühlen, c bis f nur in älteren. (Nach Looss in C. Menses Handbuch der Tropenkrankheiten, Leipzig, J. A. Barth, 1905, v. 1, S. 126, Fig. 28.)

findet man den Inhalt meist in 2, 4 oder 8 Furchungskugeln segmentiert vor. Eine weitere Entwicklung im Darmkanal findet aber niemals statt, weil sie zu ihrer Entwicklung Sauerstoff bedürfen. Deshalb ist auch eine Selbstinfektion durch die Eier ausgeschlossen. Unter günstigen Bedingungen furcht sich im abgelegten Kote der Keim weiter (Fig. 3b—d), und es bildet sich in der Eischale ein kleines Würmchen, der Embryo, aus (Fig. 3 e, f), der dann seine Hülle durchbricht und in den Kot auswandert, um als Larve eine Zeitlang frei zu leben. Die Embryonalentwicklung nimmt im günstigsten Falle einen Zeitraum von 2 Tagen ein.

Das Ei ist von einer deutlich erkennbaren doppelten Hülle umgeben, einer inneren sehr zartwandigen und einer äußeren dickeren, die aus einer chitinösen Substanz besteht und dem zarten Keim Widerstandsfähigkeit gegen schädliche äußere Einflüsse verleiht. Die Entwicklung des Embryos in dieser Eihülle ist besonders von Leuckart, Perroncito, Leichtenstern, Grassi, Löbker u. a. studiert worden. Um die Feststellung der genauen Grenzen der Entwicklungsmöglichkeit der Eier und um ihre Beeinflussung durch physikalische und chemische Veränderungen des umgebenden Mediums haben sich in neuester Zeit Lambinet[1]) und Bruns[2]) verdient gemacht. Die Feststellungen dieser Forscher konnten bei Nachprüfungen im Kaiserlichen Gesundheitsamte bestätigt werden.

---

[1]) Lambinet, Bulletin de l'Académie de médecine de Belgique, Série IV, Tome 15, Nr. 5, S. 397, 1901. — [2]) Bruns, Klinisches Jahrbuch, Bd. 12, 1904, S. 1—28.

Die Entwicklung des Ankylostomenkeimes zum Embryo hängt in erster Linie von der Temperatur, der Feuchtigkeit und der Anwesenheit von Sauerstoff ab. Der Embryo entwickelt sich am schnellsten bei einer Temperatur von 25—30° C; die untere Grenze liegt bei 15° C, doch gelingt es bei einer gleichmäßigen Temperatur in dieser Höhe nur selten und erst nach längerer Zeit, die Entwicklung zum Embryo zu beobachten (ein Ausschlüpfen aus der Eihülle wurde hierbei im Kaiserlichen Gesundheitsamte niemals beobachtet); vorübergehende höhere Temperatur kann jedoch auch bei 15° gehaltene Keime zur Weiterentwicklung veranlassen. Es würde aber zu weit führen, wenn hier alle Versuche über diese Frage erwähnt werden sollten, es muß auf die erwähnte Literatur verwiesen werden. — Anderseits vertragen die Keime auch eine kurze Zeit andauernde stärkere Abkühlung. Bereits Leichtenstern hat nachgewiesen, daß sich die Ankylostomenkeime bei recht bedeutendem Temperaturwechsel im Freien auf den Ziegelfeldern bei Cöln entwickelten, und Dieminger[1]) konnte in neuester Zeit bei gewöhnlicher Zimmertemperatur auch Larven aus den Eiern sich entwickeln sehen. Einfrieren tötet die Eier in kurzer Zeit; es ist also ausgeschlossen, daß die Keime der Würmer in unseren Breiten im Freien überwintern. Über die Einwirkung höherer Temperaturen auf die Eier hat Bruns eingehende Untersuchungen gemacht. Temperaturen von 48° C werden noch 15 Minuten ohne Schädigung der Entwicklung vertragen. Bei 50° C tritt nach wenigen Minuten der Tod ein.

Außer der Temperatur ist für die Entwicklung der Ankylostomenkeime von Bedeutung die Feuchtigkeit. Bei vollkommener Eintrocknung des eierhaltigen Kotes sterben die Eier ab, bei zu starker Verdünnung mit Wasser aber ebenfalls. Das Entwicklungsoptimum liegt nach zahlreichen Versuchen von Bruns, die Schaudinn bestätigen konnte, bei einer etwa 40 fachen Verdünnung des normalen, breiigen Kotes. In diarrhöischen Stühlen entwickeln sich die Eier häufig garnicht.

Ferner bedürfen die Eier zu ihrer Entwicklung des Sauerstoffes. Dies geht schon daraus hervor, daß die Entwicklung sofort zum Stillstand gelangt, wenn man die Eier in ein geschlossenes Gefäß bringt, in welchem man der Luft durch alkalische Pyrogallollösung den Sauerstoff entzieht. Ja man erzielt bereits eine Hemmung des Furchungsprozesses, wenn man die eierhaltigen Kotmassen vor dem Zutritt der Luft durch festen Verschluß des Gefäßes, in dem sie sich befinden, bewahrt. Um den schädigenden Einfluß der Sauerstoffabwesenheit auf die Ankylostomeneier genauer zu studieren, brachte Bruns zehn Glasröhrchen mit eierhaltigem Kot unter Entziehung des Sauerstoffs in die günstigste Temperatur und öffnete dann von zwei zu zwei Tagen ein Röhrchen, um durch die Beobachtung im normalen Kulturverfahren festzustellen, ob noch eine Entwicklung stattfindet. Wie zu erwarten war, hatte sich in keinem Röhrchen eine Larve aus den Eiern entwickelt. Aber selbst bei Eiern, die 16 Tage lang ohne Sauerstoff gewesen waren, wurde nachträglich noch eine Entwicklung erzielt. Längere Dauer des Sauerstoffmangels brachte dann aber die Eier zum Absterben. Das Ei vermag somit bei Sauerstoffabwesenheit 16 Tage lang am Leben zu bleiben, entwickelt sich jedoch auch dann noch weiter, wenn es wieder unter günstige Bedingungen kommt. Dieses Ergebnis ist von Wichtigkeit für die Frage, inwieweit

[1]) Dieminger, Klinisches Jahrbuch, Bd. 12, 1904, S. 123.

Gärungs- und Fäulnisvorgänge, wie sie z. B. in Abortanlagen sich im Kote abspielen, die Entwicklung der Eier verhindern, worauf an anderer Stelle noch einmal eingegangen werden wird.

Endlich ist noch durch Laboratoriumsversuche nachgewiesen, daß zu starke Beleuchtung die Entwicklung der Ankylostomenkeime verhindert. Am besten entwickeln sie sich in der Dunkelheit, unmittelbares Sonnenlicht tötet sie, in zerstreutem Tageslicht ist die Entwicklung verlangsamt. Künstliches Licht, sowohl Gas- als elektrisches Licht, übt nur eine kaum wahrnehmbare hemmende Wirkung auf die Embryonalentwicklung der Keime aus. In scheinbarem Gegensatz zu der experimentellen Feststellung der schädigenden Einwirkung des Sonnenlichtes steht die Verbreitung der Ankylostomiasis über Tage in den wärmeren Ländern. Es wird jedoch mit Löbker anzunehmen sein, daß dort die Larvenentwicklung in den dunklen, feuchten und schmutzigen Wohnorten der Bevölkerung stattfindet, nicht aber an den von der Tropensonne beschienenen Stellen der Erdoberfläche.

Mit den erwähnten experimentellen Befunden über die Embryonalentwicklung der Ankylostomen stehen die Erfahrungstatsachen über die Verbreitung der Wurmkrankheit in unseren Bergwerken insofern in gutem Einklang, als sie ihre beste Verbreitung in den warmen und feuchten Zechen findet, während sie in trockenen oder zu kalten Bergwerken (unter 20° C) noch nicht festgestellt worden ist.

Von besonderer Wichtigkeit ist das Verhalten der Ankylostomeneier gegen chemische Substanzen, namentlich im Hinblick darauf, daß durch sie eine Unschädlichmachung dieser Krankheitskeime erzielt werden kann. Von diesem Gesichtspunkte aus sind von Bruns zahlreiche Laboratoriumsversuche über die Entwicklungshemmung und Abtötung der Ankylostomeneier durch Chemikalien angestellt; ein Teil von ihnen ist im Kaiserlichen Gesundheitsamte wiederholt worden. Die folgende Liste gibt in einigen Beispielen einerseits den höchsten Prozentgehalt des chemischen Mittels an, bei dem noch eine Entwicklung zu beobachten war, und daneben den niedrigsten Prozentsatz des gleichen Mittels, bei dem die Abtötung erfolgte. Auf die Einzelheiten der Versuchsanordnung kann hier nicht eingegangen werden, sie finden sich bei Bruns (a. a. O. S. 19).

Chemisches Mittel[1]	Embryonalentwicklung findet noch statt bei	Sichere Abtötung findet statt bei
1. Schwefelsäure	0,1 %	0,5 %
2. Salzsäure	0,15 %	0,5 %
3. Kalilauge	2 %	5 %
4. Kochsalzlösung (wässrig)	5 %	7 %
5. Chlorcalcium	2 %	3 %
6. Sublimat	0,2 %	0,3 %
7. Karbolsäure	0,2 %	0,3 %
8. Kresol	0,3 %	0,4 %
9. Lysol	0,3 %	0,5 %
10. Montanin	2 %	3 %
11. Kreolin	0,2 %	0,3 %
12. Saprol	0,4 %	0,5 %
13. Pinol	20 %	30 %
14. Formaldehyd	0,2 %	0,3 %

[1]) Die eierhaltigen Kotproben wurden unmittelbar in die Flüssigkeit gebracht und nach 6—8 Tagen mikroskopisch untersucht.

Es ergibt sich aus diesen Befunden, daß die in den Eihüllen befindlichen Keime eine bedeutende Widerstandsfähigkeit gegen Desinfektionsmittel besitzen; bemerkt sei hierbei, daß bei den Laboratoriumsversuchen die Eier dauernd von der Desinfektionsflüssigkeit in gleicher Konzentration umgeben waren, ein Verhältnis, das in der Praxis, im großen, kaum herbeizuführen sein dürfte.

Daß bei der Widerstandsfähigkeit die Eihülle eine wichtige Rolle spielt, geht daraus hervor, daß die jungen, eben aus der Hülle geschlüpften Larven leichter abgetötet werden können.

Sie sterben nach den Laboratoriumsversuchen bereits bei folgenden Prozentgehalten ab:

1.	Schwefelsäure	0,1 %	8.	Kresol	0,3 %
2.	Salzsäure	0,2 %	9.	Lysol	0,4 %
3.	Kalilauge	3 %	10.	Montanin	3 %
4.	Kochsalzlösung	4 %	11.	Kreolin	0,2 %
5.	Chlorcalcium	2 %	12.	Saprol	0,3 %
6.	Sublimat	0,2 %	13.	Pinol	20 %
7.	Karbolsäure	0,2 %	14.	Formaldehyd	0,2 %

Die Widerstandsfähigkeit steigert sich dann wieder mit dem Wachstum der frei lebenden Larven und erreicht ihren Höhepunkt mit dem Zustand der Encystierung, wie dargetan werden wird.

Die junge, eben aus der Eischale ausgekrochene Ankylostomenlarve (Fig. 4) stellt ein fadenförmiges Würmchen von durchschnittlich 0,2—0,25 mm Länge bei einer Breite von 0,015—0,017 mm dar. An dem kegelförmig zugespitzten Kopfende liegt die winzige Mundöffnung, an die sich ein schmaler röhrenförmiger Kanal anschließt, der sich dann etwas erweitert und wieder verengert, um mit einer birnförmigen Anschwellung, dem Pharyngealbulbus, zu enden. Im Innern dieser aus radiären Muskelzellen gebildeten Anschwellung finden sich 3 kleine Chitinzähnchen in y-förmiger Stellung, welche als Kauapparat für die durch die Mundöffnung aufgenommene, aus feinsten organischen Partikelchen bestehende Nahrung dienen sollen. An diesen Apparat, der von anderen Autoren nicht als Kauwerkzeug, sondern als Pumporgan für flüssige Nahrung gedeutet wird, schließt sich dann das mit großen pflasterförmigen Zellen ausgekleidete Darmrohr an, welches mit einem äußerst feinen Afterrohr oberhalb des pfriemenförmig zugespitzten Schwanzendes ausmündet. Von sonstigen Organen erkennt man, etwas hinter der Mitte des Körpers, zwischen Darm und Körperwand einen kleinen linsenförmigen Körper, die erste Anlage der Geschlechtsorgane für den ausgebildeten Wurm, der man in diesem Zustand noch nicht ansehen kann, ob sie zu einem Hoden oder Eierstock sich entwickeln wird. Die Larve besitzt mithin noch keine ausgeprägten Geschlechtscharaktere. Wenn der Mensch derartige Larven verzehrt,

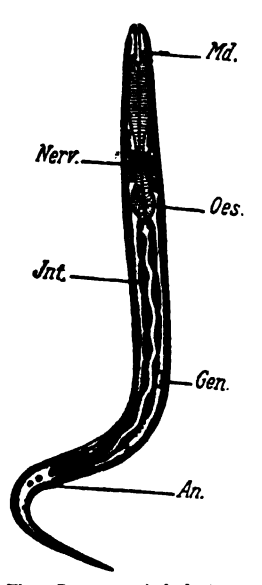


Fig. 4. Larve von Ankylostoma duodenale kurz nach dem Ausschlüpfen aus der Eischale. Vergrößerung 228 fach. Buchstabenerklärung: Md. = Mundhöhle, Nerv. = Nervenring, Oes. = Speiseröhre, Int. = Darm, Gen. = Anlage der Geschlechtsorgane, An. = After. (Nach Looss in C. Menses Handbuch der Tropenkrankheiten, Leipzig, J. A. Barth, 1905, v. 1, S. 126, Fig. 29.)

so wird er nicht infiziert, in diesem Stadium wird der Wurm im Magen verdaut. Während drei bis fünf Tage bewegt sich das Würmchen nun im Kot umher, nimmt reichlich Nahrung auf, häutet sich einmal und wächst bedeutend heran. Wenn die Larve etwa eine Länge von 0,7—0,8 mm bei einer Breite von 0,024—0,027 mm erreicht hat, werden ihre Bewegungen ruhiger, die Nahrungsaufnahme hört auf, und es beginnt der als Einkapselung oder Encystierung bezeichnete Vorgang der Häutung. Unter der alten Körperhaut wird eine neue gebildet, zwischen die beiden Häute eine wasserhelle gallertige Substanz abgeschieden und dadurch die alte Haut abgehoben. Sie stellt nun mit der gallertigen Zwischenschicht eine außerordentlich widerstandsfähige Schutzhülle für den Wurm dar, der in seiner inneren Organisation nun auch einige Verwandlungen erleidet (Fig. 5). Er nimmt jetzt keine Nahrung mehr auf, sein Schlundapparat bildet sich zurück, die Chitinzähnchen verschwinden. Die Schutzscheide hindert die Larve nicht an ihren Bewegungen; Figur 5 zeigt, wie sie sich bei den Krümmungen des Körpers in feine Fältchen legt.

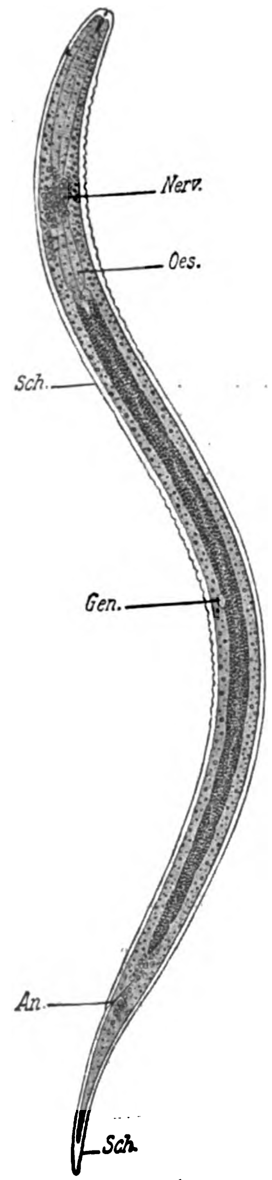


Fig. 5. Reife, encystierte Larve von Ankylostoma duodenale. Vergrößerung 228 fach. Buchstabenerklärung: Nerv. = Nervenring, Oes. = Speiseröhre, Gen. = Anlage der Geschlechtsorgane, An. = After, Sch. = Schutzhülle, die den Körper umhüllende alte Haut des Wurmes. (Nach Looss in C. Menses Handbuch der Tropenkrankheiten, Leipzig, J. A. Barth, 1905, v. 1, S. 127, Fig. 30.)

Mit der Encystierung hat die Larve das Ende ihrer Entwicklung im Freien erreicht[1]). Sie muß jetzt in den Darmkanal eines Menschen kommen, um sich zu dem geschlechtsreifen Wurm zu entwickeln. In diesem Stadium und zwar nur in diesem kann also die Infektion des Menschen erfolgen. Bevor wir auf die Infektionsweise näher eingehen, sei noch einiges über die Lebensbedingungen der eingekapselten Larven erwähnt. Sie sind außerordentlich viel widerstandsfähiger geworden. Während die freien, jüngeren Larven gegen Temperaturdifferenzen empfindlich waren, kann die encystierte Larve auch bei niederen Temperaturen bis zu 10° C lange Zeit leben. Die Eier und jungen Larven sterben bei zu reichlichem Wasserzusatz ab, diese Larve kann dagegen lange in reinem Wasser leben. Auch lichtempfindlich ist sie nicht. Wie lange sie in encystiertem Zustande zu leben vermag, ist noch nicht endgültig festgestellt. Leichtenstern hielt sie sieben Monate in seinen Kulturen am Leben. Im Kaiserlichen Gesundheitsamte wurde von Mitte April 1903 bis Ende März 1904, also fast zwölf Monate, eine Anzahl Larven in einem mit Wasser gefüllten Glasschälchen bei wechselnder Temperatur und Tageslicht am Fenster des Laboratoriums lebend erhalten. Anfang

[1]) Die einzige Veränderung, die sie noch erleiden kann, besteht darin, daß sie ihre Cystenhülle, wenn sie anfängt zu spröde zu werden und bei den Bewegungen hinderlich wird, abstreift und dann eine neue bildet.

April waren aber alle abgestorben. Bei den Larven, deren spontanes Absterben man bisher beobachtet hat, wurde häufig eine Verkalkung des Wurmkörpers festgestellt, ein Zustand, den Perroncito irrtümlich für die infektionsfähige Larve hielt. Am leichtesten sind die eingekapselten Larven durch Austrocknung zu vernichten. Hingegen erweisen sie sich gegen chemische Einwirkungen noch außerordentlich viel widerstandsfähiger als die Eier, wie folgende Beispiele nach den Untersuchungen von Bruns beweisen.

Versuche über Abtötung der eingekapselten Larven durch chemische Stoffe.

	Chemischer Stoff[1])	Prozentgehalt	Larven tot nach Verlauf von
1.	Schwefelsäure	10 %	30 Minuten
2.	"	5 %	4 Stunden
3.	"	2 %	5 "
4.	Salzsäure	10 %	30 Minuten
5.	Salpetersäure	5 %	1 Stunde
6.	"	3 %	5 Stunden
7.	"	1 %	noch nach 2 Tagen beweglich
* 8.	Essigsäure	10 %	24 Stunden
9.	Natronlauge	10 %	4 "
*10.	"	5 %	24 "
11.	Zitronensäure	10 %	24 "
12.	"	5 %	2 Tagen
13.	Natriumkarbonat	10 %	24 Stunden
14.	"	5 %	24 "
*15.	Kalilauge	10 %	30 Minuten
16.	"	5 %	30 "
17.	"	2 %	10 Stunden
*18.	"	1 %	4 Tagen
*19.	Chlornatrium	10 %	15 Stunden
*20.	"	5 %	72 "
21.	Chlorcalcium	5 %	24 "
22.	"	3 %	48 "
*23.	Sublimat	1 %	6 "
24.	Schmierseife	5 %	nach 24 Stunden noch beweglich
25.	Kalkmilch	konzentriert	6 Stunden
26.	"	halb verdünnt	24 "
27.	Montanin	10 %	4 "
28.	"	5 %	24 "
29.	Karbol	5 %	30 Minuten
30.	"	4 %	40 "
31.	"	2 %	4 Stunden
32.	"	1 %	24 "
33.	Kresol	5 %	30 Minuten
34.	"	3 %	30 "
35.	"	1 %	4 Stunden
36.	"	0,5 %	15 "

[1]) Wie bei den Eiern wurde auch hier die Desinfektionslösung mit der larvenhaltigen Flüssigkeit zu gleichen Teilen zusammengebracht und dann der Eintritt des Absterbens durch mikroskopische Beobachtung festgestellt. Demgemäß zeigte die auf die Larven einwirkende Flüssigkeit stets die Hälfte der Konzentration. Die mit einem * versehenen Stoffe wurden auch im Kaiserlichen Gesundheitsamt untersucht.

	Chemischer Stoff	Prozentgehalt	Larven tot nach Verlauf von
37.	Kreolin	5 %	4 Stunden
*38.	Lysol	5 %	4 „
39.	Saprol	5 %	30 Minuten
40.	„	3 %	4 Stunden
41.	„	1 %	15 „
42.	„	0,5 %	24 „
*43.	Pinol	konzentriert	4 Tage
*44.	Formaldehyd	5 %	1 Stunde
*45.	„	3 %	3 Stunden
*46.	„	2 %	3 „
47.	Lysoform	5 %	4 „
48.	„	3 %	10 „
*49.	Alkohol	96 %	10 „
*50.	Benzin	—	10 „
*51.	Äther	—	1 Stunde
*52.	Glyzerin	—	6 Stunden
*53.	Osmiumsäure	1 %	2 „

Diese außerordentliche Widerstandsfähigkeit der encystierten Larven gegen Desinfektionsmittel läßt eine Vernichtung der freilebenden Stadien der Ankylostomen im großen sehr wenig aussichtsreich erscheinen. Auf weitere Gründe, die insbesondere gegen die Desinfektionsmöglichkeit der Bergwerke sprechen, wird noch an anderer Stelle näher eingegangen werden.

Schließlich sei noch erwähnt, daß die bisherigen Untersuchungen keinerlei Anhaltspunkte dafür ergeben haben, daß die Ankylostomen in irgend einem Zustande selbst belebte Feinde aus dem Tier- oder Pflanzenreich in Gestalt von irgend welchen Schmarotzern besitzen. Durch Unterstützung derartiger Feinde den Kampf gegen die Ankylostomen zu führen, ist deshalb nicht möglich.

Daß mit einer Vermehrung der Wurmlarven im Freien nicht gerechnet zu werden braucht, bedarf wohl nach der Schilderung ihres Lebensganges kaum noch besonderer Erwähnung.

Es erübrigt jetzt noch zu betrachten, in welcher Weise die Ansteckung des Menschen stattfindet und welche Wandlungen die Larven im menschlichen Darme erleiden.

1. Der Infektionsmodus bei Aufnahme der Larven durch den Mund.

Es ist das große Verdienst des so oft erwähnten Leichtenstern, zuerst durch einwandsfreie Fütterungsversuche nachgewiesen zu haben, daß die eingekapselten Larven des Ankylostoma, wenn sie durch den Mund des Menschen in den Darm gelangen, in 5—6 Wochen zu den geschlechtsreifen, Eier produzierenden Würmern heranwachsen, von denen wir bei unserer Schilderung ausgingen. Doch war es natürlich nicht möglich, beim Menschen die einzelnen Umwandlungen, welche die Würmchen bis zur Erreichung der Geschlechtsreife durchmachen, zu studieren. Man kannte nur den Anfang und das Ende des Vorgangs und dank dem Zufall auch ein Zwischenstadium, da bei Leichtenstern ein Mensch zur Obduktion kam, der sich nachweislich erst vier Wochen vorher infiziert haben konnte; die beiden Geschlechter des Wurmes

waren schon ausgebildet. Looss gelang es, in ganz jungen (2—3 Monate alten) Hunden Versuchstiere zu finden, bei denen sich die Ankylostomenlarven des Menschen bis zur Ausbildung der Geschlechtsunterschiede entwickeln. Die volle Geschlechtsreife erreichen sie freilich nicht, doch ist von dem erreichten Zustand ja die weitere Lebensgeschichte auch bereits durch die Sektionen Leichtensterns bekannt. Im Kaiserlichen Gesundheitsamte wurden die Umwandlungen der Larven bis zu dem gleichen Stadium, wie Looss es erzielte, auch durch Fütterung bei jungen Affen der Gattung Inuus erreicht. Die Versuche, bei diesen Tieren die Würmer zur Geschlechtsreife zu bringen, sind jedoch ebenfalls ergebnislos verlaufen.

Von den verwickelten Verwandlungen, welche die junge Larve im Darm bis zur Erreichung ihres Endzustandes durchmacht, sei folgendes erwähnt: Die Larven passieren den Magen ziemlich schnell, schon nach 15 Stunden findet man sie im Dünndarm. Erst hier verlieren sie ihre schützende Hülle und wandern nun auf der Oberfläche der Schleimhaut umher. Der Wandertrieb ist in den ersten Tagen besonders lebhaft; sie dringen auch häufig in das Gewebe der Schleimhaut ein, wie Schaudinn feststellte, und wandern innerhalb desselben. Ihr Wachstum ist in den ersten 4—5 Tagen nicht bedeutend. Die Verwandlung erfolgt nun in drei Abschnitten. Am fünften Tage beginnt ein Häutungsprozeß, der erst am siebenten Tage vollendet ist. Hierbei wird die Larve mit einer kleinen Mundkapsel versehen, die aber noch wesentlich verschieden ist von der des ausgebildeten Wurmes; sie wird die provisorische Mundkapsel genannt, weil sie bei der nächsten Häutung wieder abgeworfen und durch eine neue größere ersetzt wird. Am 14. und 15. Tage findet dann eine weitere Häutung und Verwandlung statt, bei der die endgültige Entwicklung des Wurmes erreicht wird; vor allem werden hierbei die inneren und äußeren Geschlechtsunterschiede entwickelt. Die Würmer sind inzwischen gewachsen, die Männchen besitzen nach dieser Häutung eine Länge von 1,9, die Weibchen von 2 mm.

Eine weitere Umwandlung ist nun nicht mehr notwendig; der dritte Abschnitt wird durch weiteres Wachstum und durch die Reifung der Geschlechtsprodukte erfüllt und ist am Ende der fünften bis sechsten Woche beendet. Wir haben mit der Ausbildung der Geschlechtsreife den Zustand im Leben des Wurmes erreicht, von dem wir ausgingen, der Zeugungskreis ist geschlossen.

2. Der Infektionsmodus beim Eindringen der Larven durch die Haut.

Nachdem die Lebensgeschichte des Ankylostoma in allen ihren wichtigsten Punkten erforscht und aufgeklärt erschien, erregte es allgemeinen Zweifel, als Looss die Behauptung aufstellte, daß die Larven des Ankylostoma duodenale außer durch den Mund auch durch die unverletzte Haut des Menschen in den Körper eindringen und an ihren richtigen Wohnsitz, den Dünndarm, gelangen können. Looss war durch seine eigene Ansteckung zu dieser Anschauung gekommen. Er hatte bei seinen Arbeiten mit den Wurmlarven, da er ja sehr genau die Folgen einer Ansteckung kannte, sich sorgfältig gehütet, seine Hände an den Mund zu bringen. Eine Beschmutzung der Hände selbst war aber bei den Arbeiten im Laboratorium kaum zu umgehen. So war es auch gekommen, daß ihm wiederholt Tropfen larvenhaltigen

Wassers auf die dünne Haut zwischen den Fingern geraten waren, und er hatte an diesen Stellen der Haut dann ein lästiges Jucken und Brennen verspürt. Als er nun bei der systematischen Untersuchung seines Kotes nach längerer Zeit eine ständig zunehmende Zahl von Ankylostomeneiern fand, glaubte er, sich dies durch die Hauteinwanderung der Larven erklären zu können. Bei einem Manne, dem ein Bein amputiert werden mußte, konnte er dann anatomisch nachweisen, daß auf die Haut gebrachte Larven sich in kurzer Zeit neben den Haarbälgen in die Haut einbohren und in die tieferen Teile derselben, das Corium, übertreten. Sodann stellte er Versuche mit dem Ankylostoma caninum an jungen Hunden an und konnte hier die auf die Haut gebrachten Larven schon nach kurzer Zeit im Darm wiederfinden, dagegen gelang es ihm zunächst nicht, den Weg, den sie bei ihrer Wanderung einschlugen, festzustellen.

Inzwischen hatte die Wichtigkeit dieser Frage zu eingehenden Versuchen im Kaiserlichen Gesundheitsamte Veranlassung gegeben. Als Versuchstiere dienten, wie bei den vorher erwähnten Fütterungsversuchen, junge Affen der Gattung Inuus (I. sinicus). Die Versuchsanordnung ist in einer früheren Mitteilung näher geschildert[1]). Die auf die Haut unter allen Vorsichtsmaßregeln gebrachten Larven wurden dann bei den Sektionen zum Teil schon nach 24 Stunden im Dünndarm angetroffen. Die Entwicklung der Larven bis zur Ausbildung der Geschlechtsunterschiede erfolgte bei dieser Art der Infektion genau so wie bei der durch den Mund.

Nachdem durch diese Versuche bestätigt war, daß bei den Versuchstieren die Ankylostomenlarven in die Haut eindringen[2]) und von dort in den Dünndarm gelangen können, galt es noch den Weg bis dorthin festzustellen. Auch dies ist durch Looss geschehen, wenn auch zunächst nur beim Hunde. Hiernach gelangen die Larven zunächst in die Hautvenen, dann durch die rechte Herzkammer in die Lungenkapillaren, dringen in die Alveolen ein und wandern durch die Bronchien, Luftröhre, Kehlkopf, Speiseröhre, Magen in den Darm. Ein Teil gelangt von der Haut aus in das Lymphgefäßsystem und dann auch schließlich in die Venen, wenn er nicht vorher in Lymphdrüsen aufgehalten wird. Genau denselben Weg hat Schaudinn seither auch bei Affen, die im Kaiserlichen Gesundheitsamt mit den Larven infiziert waren, festgestellt.

Weitere Nachprüfungen sind seither an Tieren noch von mehreren auf dem Gebiete der Wurmkrankheit besonders erfahrenen Forschern angestellt worden, durchweg mit gleichem Ergebnis. So infizierte z. B. Lambinet[3]) junge Hunde dadurch, daß er ihnen Wurmmaterial unter das Bauchfell brachte; nach 12 Tagen fanden sich bereits mehrere hundert geschlechtsreife Würmer im Dünndarm. Auch Bruns, Lief-

---

[1]) Schaudinn, Deutsche med. Wochenschr. 1904, Nr. 37. — [2]) Dieses Eindringen in die Haut hat Schaudinn wiederholt bei sich selbst mit der Lupe verfolgt und auch einmal eine ähnliche juckende, flohstichartige Quaddel der Haut dadurch erzeugt, wie sie Looss von sich beschreibt. Knappschaftsarzt Dr. Dieminger berichtet nun von der Zeche Graf Schwerin, die früher außerordentlich stark mit Ankylostoma verseucht war, von einer Hautaffektion, die bei den Bergarbeitern als „Schweriner Krätze" bekannt ist und die so ähnlich den von Looss und von Schaudinn beobachteten Wurmquaddeln ist, daß sie möglicherweise mit der Hautinfektion der Ankylostomen in Zusammenhang stehen könnte. — [3]) Lambinet, Deutsche mediz. Wochenschr. 1904, Nr. 50.

mann[1]) sowie Calmette und Breton konnten die Richtigkeit der Versuchsergebnisse von Looss und Lambinet durch eigene Versuche an Hunden bestätigen.

Daß die Infektion durch die Haut aber zweifellos auch für den Menschen in Betracht kommt, ist neuerdings mehrfach durch völlig einwandfreie Versuche am Menschen festgestellt worden. So konnte Looss im Kote eines Mannes, der keine Gelegenheit hatte, mit Ankylostomen in Berührung zu kommen, und dem er 4 ccm einer Larvenkultur auf den Unterarm gebracht hatte (der Mann hatte sich freiwillig zu dem Versuche erboten), 71 Tage später zum erstenmal Ankylostomeneier nachweisen. Weitere Versuche am Menschen wurden von Tenholt[2]), Bruns[3]), Boycott[4]) und Herman ausgeführt. Ersterer finizierte einen jungen Arzt, der sich ihm freiwillig zur Verfügung stellte und bei dem er eine Ansteckung vom Munde her ausschließen konnte. Herman überzeugte sich durch mikroskopische Untersuchung eines ausgeschnittenen Hautstücks seines Unterarms, daß mit einem Tropfen Flüssigkeit dorthin gebrachte reife Larven in die Haut eingewandert waren. Bruns stellte an 4 Menschen Versuche an, von denen 2 bei einem Arzte und einem Krankenwärter, ergebnislos verliefen. Bei einem anderen Arzte fanden sich 46 Tage nach dem Aufbringen von etwa 300 eingekapselten Larven auf die Haut Ankylostomeneier im Kote, der vorher häufig frei von Eiern befunden worden war, auch zeigte sein Blut erhebliche Veränderungen (20 % eosinophile Leukozyten gegenüber 3—4 % im Anfange), jedoch war bei ihm eine Infektion durch den Mund nicht vollständig ausgeschlossen, da er gelegentlich mit Ankylostomenmaterial, auch mit eingekapselten Larven zu tun gehabt hatte. Dagegen war der vierte Versuch völlig einwandfrei, da er einen 27jährigen Kaufmann betraf, der niemals etwas mit Wurmkrankheit zu tun gehabt hatte, nie in einem Bergwerk gewesen war und sich auch nicht auf einem Ziegelfeld angesteckt haben konnte. Ihm wurden etwa 300 eingekapselte Larven in einigen Tropfen Wasser auf die Haut des Fußes gebracht, nachdem er etwa ½ Stunde lang in warmes Wasser gehalten und seine Oberhaut dadurch etwas aufgelockert war. Schon nach 6—8 Tagen fing der Prozentgehalt der eosinophilen Leukozyten im Blute an zuzunehmen und erreichte nach drei Wochen etwa 5 %, nach vier Wochen 10 %, nach fünf Wochen 25 %. Am 53. Tage fanden sich im Kote zum erstenmal ein Ei und ganz spärliche Larven; auch weiterhin konnten regelmäßig täglich im Kote einige wenige Ankylostomeneier nachgewiesen werden.

Die Möglichkeit der Ansteckung von der Haut her ist somit außer Zweifel gestellt; ob diese Art der Infektion oder diejenige vom Munde her die häufigere ist, läßt sich bis jetzt nicht entscheiden. Immerhin ist bemerkenswert, daß mehrere der an Menschen angestellten Infektionsversuche von der Haut aus fehlgeschlagen sind. Vielleicht ist die Zahl der Larven dabei von Bedeutung. Wenigstens scheint es nach manchen Beobachtungen, als ob von den auf die Haut gebrachten Larven immer nur ein Teil zum Darm hingelangt. Außerdem haben die Beobachtungen von Looss ergeben, daß ein Teil der Larven, die mit dem Lymphstrom des Körpers in die Lymphbahn hineinkommen, in den Lymphdrüsen eingekapselt und auf diese Weise unschäd-

---

[1]) Liefmann, Zeitschr. f. Hygiene u. Infektionskrankh., Bd. L, 1905, S. 349. — [2]) Tenholt, Mediz. Klinik 1905, Nr. 19. — [3]) Bruns, Münchener mediz. Wochenschr. 1905, Nr. 31. — [4]) A. E. Boycott u. J. S. Haldane, Journal of Hygiene 1904, Bd. IV, S. 80.



lich gemacht wird. Möglicherweise kommen dabei aber auch Eigentümlichkeiten der Versuchspersonen oder sonstige Umstände in Betracht, die sich der Erkennung bisher entzogen haben.

Immerhin ist wohl nicht zu bezweifeln, daß in infizierten Bergwerken die Gelegenheit, Larven auf die Haut zu bekommen, für die dort beschäftigten Leute in der Regel häufiger ist, als die, Larven durch den Mund aufzunehmen.

Dritter Abschnitt.

Die Krankheitserscheinungen.

Ankylostomiasis im weiteren Sinne des Wortes bezeichnet das Behaftetsein eines Menschen mit Ankylostomen, im engeren Sinne des Wortes dagegen die Gesamtheit derjenigen Krankheitsveränderungen und Erscheinungen, die durch die längere Anwesenheit einer größeren Anzahl von Ankylostomen im Darme beim Menschen verursacht werden.

Während bis in die neueste Zeit hinein vielfach angenommen wurde, daß wenigstens die große Mehrzahl der Wurmträger auch mehr oder weniger ausgesprochene Krankheitserscheinungen aufweist, haben die genauen Untersuchungen der letzten Jahre, namentlich die Kotuntersuchungen der gesamten unterirdischen Belegschaften im rheinisch-westfälischen Kohlenrevier auf das bestimmteste ergeben, daß weitaus die große Mehrzahl der Wurmbehafteten sich nicht allein völlig gesund fühlt, sondern auch bei genauester klinischer Beobachtung kein einziges Zeichen übler Einwirkung des Darmparasiten auf die Gesundheit des Wirtes darbietet.

Wenn die Ansteckung nur zur Entwicklung weniger Würmer geführt hat, macht sich eine Schädigung des Gesundheitszustandes in der Regel kaum bemerkbar. Um schwere Krankheitserscheinungen auszulösen, ist die Anwesenheit „von mehreren hundert Würmern im Darm erforderlich und im allgemeinen steht die Intensität der Krankheitserscheinungen mit der Anzahl der Würmer in geradem Verhältnis. Findet man in einer Leiche bei Ausschluß anderweitiger Komplikationen nur wenige Würmer bei hochgradiger Kachexie des betreffenden Individuums, so handelt es sich meist um veraltete Fälle, bei denen die Ankylostomen abgetrieben wurden, oder nach und nach spontan abgegangen sind, während die Störungen der Verdauungs- und Zirkulationsorgane die Restitution unmöglich machten“ (Lutz). Die Richtigkeit dieser Lehre ist von Lutz und Leichtenstern in überzeugender Weise nachgewiesen worden.

Sodann kommt die Dauer der Infektion in Betracht; je länger der menschliche Organismus der schädlichen Einwirkung der Parasiten ausgesetzt ist, desto deutlicher macht sich diese für den Träger geltend und dem untersuchenden Arzte erkennbar. Außerdem aber ist die Widerstandsfähigkeit des einzelnen Menschen von Belang. Während ein robuster Körper selbst längere Zeit, ohne Schaden zu nehmen, eine

größere Anzahl von Ankylostomen beherbergen kann, treten die subjektiven Beschwerden und die objektiven Erscheinungen der Erkrankung bei an sich schwächlichen oder durch anderweitige Erkrankungen geschwächten Personen schon früh und in ausgesprochener Weise auf. Das Lebensalter ist dabei insofern von Bedeutung, als sich nach Lutz „isolierte Fälle häufig bei kleinen Kindern finden, weil ihre Gewohnheiten sie der Infektion mehr aussetzen und schon eine kleine Zahl der Parasiten wesentliche Erscheinungen hervorruft". Diese Angabe bezieht sich jedoch nur auf die Verhältnisse in den tropischen Gegenden, wo die Larven des Wurmes auch an der Erdoberfläche vorkommen; dort sah Lutz sogar ein wurmbehaftetes Kind von etwa einem Jahre, im zweiten Lebensjahre sogar deren mehrere. Da in unseren Breitegraden die Entwickelung der Wurmeier beständig nur in den Bergwerksbetrieben unter Tage stattfinden kann, in denen jugendliche Arbeiter unter 16 Jahren nicht beschäftigt werden dürfen, so ist auch das Auftreten der Krankheit an diese untere Altersgrenze gebunden; und da die Frauen auf deutschen Gruben überhaupt nicht, auf belgischen nur über Tage arbeiten, so ist hier nur der männliche Teil der erwachsenen Arbeiterbevölkerung der Infektionsgefahr ausgesetzt. Wo dagegen auf verseuchten Ziegelfeldern Frauen und Kinder an der Arbeit beteiligt sind, da werden auch bei uns in gleicher Weise wie in den wärmeren Gegenden beide Geschlechter ohne Unterschied des Alters befallen, wenn Verseuchung stattgefunden hat.

Neuerdings (1896 und 1897) haben nun Zinn und Jakoby[1]) auf Grund ihrer Untersuchungen von 21 Negern und 18 Hindus, sowie später bei 14 Eingeborenen von Ceylon und Vorderindien (in deren Kot sogar zahlreiche Ankylostomeneier gefunden wurden, obwohl sie selbst nicht anämisch waren) die Meinung ausgesprochen, daß bei einigen Völkerschaften eine gewisse Immunität gegen die Ankylostomiasis bestehe. Wer aber die Geschichte der Krankheit genau verfolgt und die Berichte der einzelnen Forscher in den Tropen genau durchforscht, der wird im allgemeinen an dem Ausspruch von Lutz[2]), der auch von Leichtenstern[3]) eifrig vertreten wurde, festhalten: „Eine Rassendisposition dürfen wir durchaus nicht annehmen; wir finden dieselben Parasiten mit denselben Erscheinungen bei den Negern, wie bei den Weißen und unter diesen in gleicher Weise bei den blonden Nordländern, wie bei den dunkelhaarigen Völkern des Südens. In Brasilien habe ich Ankylostoma häufig bei Deutschen, Italienern, Portugiesen, sowie unter den Eingeborenen bei Weißen, Mulatten und Negern beobachtet". Und mit Recht macht Leichtenstern darauf aufmerksam, „daß der Impresario oder Manager, welcher Vertreter tropischer Völkerschaften nach Europa zu Ausstellungszwecken importiert, im eigenen Interesse darauf erpicht ist, die schönsten und kräftigsten auszuwählen", daß daher aus dem guten Gesundheitszustand solcher ausgewählter Truppen nicht ohne weiteres ein Rückschluß auf die ganze Rasse oder den ganzen Volksstamm gestattet ist. Von einer geringeren Immunität unserer europäischen Bevölkerung gegenüber dem Parasiten, als sie bei den genannten Rassen vorhanden sein soll, kann aber nach den Feststellungen in Westfalen auch nicht mehr gesprochen werden — nur die verschiedene Widerstandsfähigkeit der einzelnen

[1]) Zinn und Jakoby, Berliner klin. Wochenschr. 1896, Nr. 36, sowie a. a. O. — [2]) Lutz a. a. O. — [3]) Leichtenstern, Deutsche Med. Wochenschr. 1899, Nr. 3.



Persönlichkeiten gegen die schädliche Einwirkung der Parasiten, nicht die des Volksstammes oder der Rasse ist anzuerkennen.

Bevor auf diesen Gegenstand weiter eingegangen werden soll, ist es zweckmäßig, die klinischen Erscheinungen kennen zu lernen, die der erkrankte Wurmbehaftete darbietet und die wenigstens in ausgesprochenen Fällen auch ohne genaue Kotuntersuchung auf die richtige Diagnose hinweisen.

Die Erkrankung macht sich niemals sofort nach erfolgter Infektion geltend. Als erste Erscheinungen einer Störung der Gesundheit tritt eine Reihe von subjektiven Anzeichen in den Vordergrund, die den Arzt in solchen Gegenden, in denen er das Vorkommen von Ankylostomen vermuten darf, auf die richtige Spur weisen, auch wenn sie noch durch keine objektiv nachweisbare Krankheitserscheinung unterstützt werden. Diese subjektiven Beschwerden gehen in erster Linie von den Verdauungsorganen aus. Sie sind zwar nicht in jedem Falle sämtlich vorhanden, doch fehlen sie außerordentlich selten ganz. Am häufigsten wird über ein schmerzhaftes Gefühl in der Oberbauchgegend geklagt, welches durch Betastung meist verstärkt wird; dabei zeigt sich diese Gegend vielfach aufgebläht. Schmerzanfälle in der Magengegend werden mitunter, wie beim Magengeschwür oder Magenkrebs, im Rücken wahrgenommen. Die Kranken leiden an Sodbrennen, an Übelkeit oder an Erbrechen von Schleim oder Speisen zu den verschiedensten Tageszeiten. Mitunter finden sich Blutspuren im Erbrochenen, in einzelnen Fällen wurden umfangreiche Beimengungen frischen oder zersetzten Blutes beobachtet. Hier und da hat auch die mikroskopische Untersuchung die Anwesenheit von Ankylostomeneiern im Erbrochenen ergeben. Infolge der Gasentwicklung erscheint der Magen oft vergrößert, bei längerem Bestehen der Krankheit zeigt er die charakteristischen Erscheinungen der Magenerweiterung. Die Zunge hat vielfach einen weißlichen Schleimbelag; auch wird von ausgebreiteter Mundentzündung und vermehrtem Speichelfluß berichtet. In den Anfangsstadien der Erkrankung ist der Appetit meist gesteigert, weiterhin häufig wechselnd und in hochgradigen Fällen fehlt er fast ganz, oder es besteht geradezu ein Ekel gegen Nahrungsaufnahme. Einige Beobachter berichten über besondere Gelüste der Kranken nach sauren Speisen oder unreifen Früchten, während die gewöhnliche Mahlzeit zurückgewiesen wird. Manche Kranke verspüren Erleichterung ihrer Beschwerden nach Alkoholgenuß, während anderseits Lutz von den nüchternen Brasilianern berichtet, daß er ihnen schlecht bekomme. Dieser Forscher hebt als besonders bezeichnend für die Ankylostomiasis die Allotriophagie, d. h. die Neigung zum Genuß von ungenießbaren und unverdaulichen Gegenständen (Kreide, Wolle, Papier usw.), hervor, worauf vor ihm schon andere Autoren (Wucherer u. a.) aufmerksam gemacht hatten. Er hat in Brasilien nur die Geophagie, den Genuß von Erde, häufiger, und zwar bei Kindern der weißen und der farbigen Rasse, beobachtet; erwachsene Geophagen hat er nur selten und zwar nur unter den Schwarzen gefunden. Bei den deutschen Bergleuten, die alle bereits in vorgeschrittenerem Alter standen, ist derartiges von Löbker niemals beobachtet worden.

Vielfach verspüren die Kranken einen bald dumpfen, bald heftigen von selbst entstehenden, brennenden oder stechenden Schmerz im Leibe und zwar zumeist in

beiden Hypochondrien der vorderen Oberbauchgegend, bei schwerer Erkrankung auch anderwo, z. B. in der Blinddarmgegend oder in der Umgebung des Nabels. Sowohl die oben erwähnten objektiven Magenbeschwerden, wie die Darmschmerzen sind nicht sowohl auf krankhafte Veränderungen dieser Organe als auf Störungen ihrer Tätigkeit zu beziehen; daß sie von der Anwesenheit der Würmer herrühren, beweist am besten das schnelle Verschwinden dieser Krankheitserscheinungen nach einer erfolgreichen Abtreibungskur. Bleibt der Erfolg aus, so darf man daraus schließen, daß entweder noch lebende Würmer selbst in kleiner Zahl zurückgeblieben sind, oder daß bereits krankhafte Veränderungen der Schleimhaut des Verdauungskanals, ein chronischer Katarrh, oberflächliche Gewebsverluste (Erosionen) usw. vorliegen, auf die man durch Entleerung von größeren Schleimmengen oder von Blut beim Erbrechen oder mit den Darmabgängen hingewiesen wird, während bei dauernden Durchfällen mit zunehmender Hinfälligkeit der Verdacht auf amyloide Degeneration oder Geschwürsbildung erweckt wird. In einzelnen Fällen beobachtete Lutz als Ursache der Schmerzen umgrenzte Bauchfellentzündung, die zu wenig umfangreichen und bei geeigneter Behandlung leicht verschwindenden Ausschwitzungen (Exsudaten) zwischen den Darmschlingen führte, wodurch diese zu deutlich nachweisbaren Konvoluten vereinigt wurden. Meistens besteht recht hartnäckige beständige Verstopfung, seltener Durchfall, doch wird vielfach über unregelmäßigen Wechsel beider Erscheinungen geklagt. In Epidemien mit zahlreichen Fällen schwerster Erkrankung wurden andauernde Diarrhöen häufiger festgestellt.

Die Beschaffenheit des Kotes zeigt in leichteren Fällen nichts Auffälliges, in schwereren ist er mit mehr oder weniger reichlichen Mengen von Darmschleim überzogen, wie untermischt; alsdann weist er auch auffallend viele unverdaute Speisereste auf. Im weiteren Verlauf der Krankheit sind dem Schleim auch kleine Mengen von Blut beigemengt, der Kot nimmt eine kaffeesatzähnliche Farbe an, oder es kommt zu stärkeren Entleerungen von flüssigem Blut. Die meisten Autoren haben das letztere nur selten beobachtet, Lutz dagegen in den Tropen verhältnismäßig häufig, wenn auch im einzelnen Falle nur in langen Zwischenräumen. Im übrigen darf nicht vergessen werden, daß geringe Blutmengen im Kot, die aus den oberen Schlingen des Dünndarms stammen, im Darme so verändert werden, daß sie leicht übersehen oder überhaupt nicht nachgewiesen werden können. Perroncito fand zuerst in dem Schleim der Stuhlentleerungen der Wurmkranken nur im mikroskopischen Bilde sichtbare Oktaeder-Kristalle, und Bäumler stellte deren Identität mit den Charcotschen Kristallen beim Bronchialasthma fest. Während der italienische Forscher ihr Vorkommen bei der Ankylostomiasis für konstant hielt, hat sich dies bei späteren Nachuntersuchungen nicht immer als zutreffend erwiesen. Als kennzeichnend für die Wurmkrankheit können sie daher nicht unbedingt gelten, zumal sie auch bei anderen Darmerkrankungen (Darmkatarrh, Typhus und Ruhr) wenigstens vorübergehend gefunden werden. Findet man aber nach einer anscheinend erfolgreichen Abtreibungskur wie vorher diese Kristalle, so darf man annehmen, daß noch Würmer zurückgeblieben sind.

Die Funktionen der großen Drüsenorgane der Bauchhöhle werden durch die An-

wesenheit der Parasiten im Darm unmittelbar nicht beeinflußt; nur Komplikationen der Erkrankung können mittelbar Veränderungen in ihnen verursachen. Dies gilt namentlich für die Leber, deren Gallenproduktion und Absonderung nicht gestört wird. Gelbsucht wird nicht beobachtet.

Im weiteren Verlauf der Krankheit treten Erscheinungen zunehmender Blutarmut in den Vordergrund. Die Kranken klagen über Mattigkeit, Unlust zur Arbeit, Schwäche und Müdigkeit, Ohrensausen und Schwindelgefühl, Kopfschmerzen, sowie über Muskelschmerzen nach Anstrengungen. Sie werden durch ein mit dumpfen Schmerzen in der Herzgegend (mal de coeur) verbundenes Herzklopfen belästigt, das zunächst hauptsächlich bei Anstrengungen und Erregungen auftritt, in schweren Fällen mehr oder weniger beständig vorhanden und mit Atemnot, selbst mit Ohnmachtsanfällen verbunden ist. Objektiv nachzuweisen ist dabei namentlich nach Anstrengungen sowohl eine Verstärkung als auch eine Beschleunigung der Herztätigkeit als Zeichen, daß der geschwächte Herzmuskel die Arbeitsleistung nur unter gesteigerter Anstrengung verrichten kann. Das Schmerzgefühl wird denn auch von Lutz mit Recht als ein Ermüdungsschmerz bezeichnet. Der Spitzenstoß des Herzens ist in ausgesprochenen Fällen deutlich wahrnehmbar nach links sowohl wie nach unten verbreitert, bisweilen durch eine ausgedehnte schleunige Pulsation der ganzen Herzgegend, an der auch die Herzgrube beteiligt ist, ersetzt; die aufgelegten Finger verspüren ein leichtes Schwirren. Bei der Beklopfung zeigen sich die Grenzen der Herzdämpfung meist nicht erweitert, doch kommen auch Verbreiterungen besonders nach links, zuweilen auch nach rechts bis über den rechten Brustbeinrand hinaus vor. Bei schwerer Erkrankung erweist sich beim Behorchen der erste Herzton als verstärkt, mehr oder weniger unrein, selbst blasend wie bei Klappenfehlern; umgekehrt ist er bei hochgradigstem Kräfteverfall infolge von Erschlaffung des Herzmuskels wesentlich abgeschwächt. Der zweite Herzton verhält sich vielfach ebenso; bei ausgesprochenem systolischen Blasen verschwindet er mitunter völlig. Über der Lungenschlagader ist er vielfach verstärkt, nur selten hört man an seiner Stelle ein Geräusch. Die Verstärkung der Herztöne kann so überaus heftig werden, daß man sie auf Meterweite hört.

Der Puls ist durchschnittlich auf etwa 100 Schläge in der Minute beschleunigt, mitunter aussetzend; er ist weich, klein, durch Druck leicht zum Verschwinden zu bringen, während er bei körperlichen Anstrengungen kräftiger und höher wird. Das gesteigerte Klopfen am Herzen setzt sich auf die großen Schlagadern, namentlich am Halse fort, ebenso das erwähnte blasende Geräusch am Herzen, das man mitunter selbst in den äußersten Regionen des Körpers wahrnehmen kann. Über den geschwollenen großen Halsvenen hört man aussetzende oder andauernde Nonnen-Geräusche. Sowohl die arteriellen wie die venösen Geräusche werden vom Kranken in unangenehmer Weise empfunden und machen sich bei ihm durch lästiges Ohrensausen geltend. Im allgemeinen zeigen die Veränderungen am Gefäßsystem ein außerordentlich wechselndes Bild je nach der Schwere und der Dauer der Krankheit, sowie nach dem Alter des Kranken. Außerdem ist aber zu berücksichtigen, daß es sich anfangs hauptsächlich um die Erscheinungen gesteigerter Erregbarkeit und funktioneller Schwäche handelt,

während später die Folgen der Herzerweiterung und -Vergrößerung, sowie des mangelhaften Klappenschlusses und der Entartung der Herzmuskulatur in den Vordergrund treten — ähnlich wie bei perniziöser Anämie aus anderen Ursachen.

Das dem Körper von Schwerkranken entnommene Blut zeigt sich schon dem unbewaffneten Auge in verschiedenem Grade abgeblaßt, was auf eine Abnahme der roten Blutkörperchen schließen läßt. Genauere Untersuchungen haben dies übereinstimmend bestätigt. Stahl stellte eine Verminderung derselben auf 850000, Leichtenstern auf 1250000 im cmm fest. In entsprechendem Maße sinkt auch der Hämoglobin(Farbstoff)gehalt des Blutes, dessen Herabsetzung von Leichtenstern bis auf $^1/_6$, von Bozzolo in 4 Fällen auf $^3/_5$ bis $^1/_5$ des normalen bestimmt wurde. Das Verhältnis der roten zu den weißen Blutkörperchen bleibt ziemlich lange unverändert; in späteren Stadien der Krankheit nimmt die Zahl der roten verhältnismäßig schneller ab, sodaß irrtümlich eine Vermehrung der weißen angenommen werden könnte, während in Wirklichkeit die Anzahl beider Arten von Blutzellen vermindert ist. Als besonders eigenartige Veränderungen der weißen Blutkörperchen fanden zuerst Müller und Rieder[1]) im Blut von zwei wurmkranken Italienern einen auffallend hohen Prozentsatz (8,2 und 9,7%) von eosinophilen Leukozyten, d. h. solchen weißen Blutzellen, welche sich mit bestimmten sauren Farbstoffen in eigenartiger Weise färben; sie glaubten damals aber diesem Befunde keine wesentliche Bedeutung beilegen zu sollen. Bald darauf wurde er von Zappert[2]) durch einen Fall bestätigt, in dem sich 17% eosinophile Blutzellen fanden; eine Vermehrung auf über 8% stellten Leichtenstern und Bücklers[3]) bei 7 von 8 Wurmkranken fest. In allen Fällen bestand hochgradige Blutarmut. Neuerdings aber beobachteten Lambinet und Goffin[4]) bei 15 wurmbehafteten Bergarbeitern des Lütticher Reviers, die völlig gesund erschienen, in allen Fällen eine Vermehrung der eosinophilen Zellen über 5%, bei 10 von diesen über 8% und glaubten daher annehmen zu müssen, daß es sich um eine frühzeitige Veränderung des Blutes bei der Ankylostomiasis handle, die bereits einträte, bevor es zu irgend einer sonst erkennbaren Krankheitserscheinung kommt. Boycott und Haldane[5]) kamen zu ähnlichen Ergebnissen; sie legten dieser Blutverminderung eine so große Bedeutung bei, daß sie ihr in diagnostisch-prophylaktischer Beziehung bei der Feststellung der Verseuchung einer Grube bezw. deren Belegschaft vor allen anderen Verfahren den Vorzug geben. Boycott bezeichnet die Anwesenheit von 1—5% eosinophiler Leukozyten im Blute als normal, einen Prozentsatz von 5—8 als zweifelhaft für die Verwertung, über 8% aber als eine abnorme Vermehrung, die der Ankylostomiasis eigentümlich sei. Von je 100 der untersuchten Wurmbehafteten hatten 89 über 8% und 94 über 5% eosinophile Leukozyten. Von der Verwertung dieses Blutbefundes für die Diagnose bei Massenuntersuchungen wird noch weiterhin die Rede sein. Hier kommt zunächst nur die Tatsache in Betracht, daß die Feststellung des Prozentsatzes der eosinophilen Zellen bei der klinischen

[1]) Müller und Rieder, Deutsch. Archiv f. klin. Medizin 1891, Band 48. — [2]) Zappert, Wiener klin. Wochenschr. 1892, Nr. 24. — [3]) Bücklers, Münchener med. Wochenschr. 1894, Nr. 2. — [4]) Lambinet et Goffin, Bulletin de l'Acad. roy. de méd. Belg., séance du 30 Avril 1904. — [5]) Boycott and Haldane, Journ. of Hygiene 1903, Nr. 1, 1904 Nr. 1, 4, sowie The diagnosis of Ankylostoma Infection in: The Colliery Guardian 1904, Nr. 2264.

Untersuchung des einzelnen Falles für die Beurteilung des weiteren Krankheitsverlaufs zweifellos von Bedeutung ist. Denn die Tatsache, daß bei der Anwesenheit von Ankylostomen im Darm des Menschen vielfach eine Vermehrung der eosinophilen Leukozyten bis auf 15, ja 20% eintritt, haben auch H. Bruns[1]) und seine Mitarbeiter Liefmann und Mäckel bei 500 Blutproben von Bergarbeitern aus dem westfälischen und dem Aachener Reviere bestätigt. In einem Falle, bei dem neben Ankylostoma auch Anguillula intestinalis festgestellt wurde, stieg der Gehalt sogar auf 42%. Von je 100 der zur Zeit der Untersuchung mit Ankylostoma behafteten Bergleute zeigten 84,2 eine Vermehrung der eosinophilen Blutzellen über 8%, 86,8 eine solche über 7% und 92,1 eine solche über 5%. Die Vermehrung dieser Zellen stand jedoch nicht immer im Verhältnis zur Menge der vorhandenen Ankylostomen oder der der ausgeschiedenen Wurmeier. Zur Nachprüfung wurden auch 134 Arbeiter, die nie mit Ankylostoma behaftet waren, untersucht; unter diesen fand man bei 2 (= 1,5%) eine Vermehrung über 8%, ohne daß irgend eine Krankheitsursache aufzufinden war, in 11 Fällen (= 8,2%) bestand eine Zunahme von mehr als 5%, wofür bei einzelnen Leuten andere Darmparasiten und Asthma als Ursache herangezogen werden konnten. Von Wichtigkeit ist auch das Ergebnis der genannten Forscher bei 58 Bergarbeitern, die früher wurmbehaftet gewesen, in deren Kot aber nach erfolgreicher Abtreibungskur seit 8½ Monaten keine Wurmeier mehr nachzuweisen waren. Von diesen ergab die Blutuntersuchung bei 21 (= 36%) eine Vermehrung der eosinophilen Zellen von 8% und mehr, selbst bis 22%, bei 30 eine solche von mehr als 5%. Die Vermehrung der eosinophilen Zellen des Blutes bleibt also auch nach Befreiung von den Parasiten noch längere Zeit bestehen; die Frage, wie lange, läßt sich aber heute noch nicht beantworten.

Die Veränderungen im Gefäßsystem und in der Blutbeschaffenheit machen sich selbstverständlich auch äußerlich, namentlich in der Farbe der Haut und der Schleimhäute kenntlich. Die Haut zeigt eine mit der Intensität der Krankheit zunehmende Blässe, selbst bei den farbigen Rassen nimmt sie eine hellere, bei Negern z. B. eine aschgraue Färbung an. Während die blonden Angehörigen der weißen Rasse eine weiße Blässe mit einem leichten Stich ins Gelbe zeigen, erhalten die Brünetten namentlich an den unbekleideten Körperteilen einen schmutzig-gelblichen Farbenton; mitunter treten als Zeichen der Pigmentablagerung Sommersprossen und Mutterflecke auf. Nasenflügel, Ohren werden wachsfarben und die Fingernägel weiß, die Lederhaut der Augen nimmt bei Blonden einen gewissen Glanz an, der bei Brünetten ins Bläuliche spielt. Die Schleimhäute des Augenbindehautsackes, der Lippen, des Zahnfleisches und des Gaumens werden allmählich leichenblaß. Die Haut fühlt sich kühl und trocken an; in den hochgradigsten Fällen stellt sich eine allgemeine bläuliche (cyanotische) Verfärbung ein. Schließlich können die Kreislaufstörungen so heftig werden, daß an den verschiedensten Stellen des Körpers Erscheinungen von Wassersucht auftreten. Diese Anschwellungen zeigen sich zuerst an den Augenlidern und Wangen, sodann an den Knöchelgegenden und den Hand- und Fußrücken; später erstrecken sie sich auch auf die ganzen Beine, die Bauchdecken und den Rücken.

[1]) Bruns, Liefmann, Mäckel, Münchener med. Wochenschr. 1905, Nr. 6.

Im Endstadium schwerster Erkrankung beobachtet man auch größere Ergüsse in die Bauch- und Brusthöhle.

Die allgemeine Körperwärme ist in den Fällen leichteren und mittleren Grades meist nicht verändert, bei schwerer Erkrankung ist sie oft etwas niedriger; Temperatursteigerungen werden gewöhnlich durch Begleitkrankheiten der ganz schweren Fälle bedingt.

Auf krankhafte Veränderungen des Auges infolge der Ankylostomenanämie machte zuerst Rempoldi aufmerksam; genauere Beobachtungen verdanken wir Fischer[1]), sowie Nieden[2]), der sie in etwa 7—8 % der Fälle mit ausgeprägten Krankheitserscheinungen fand. Abgesehen von weniger gekennzeichneten Erscheinungen — Blässe des Blutes im Arterien- und Venenrohr, geringe Füllung des ersteren, zeitweilige Pulsation bei normal erhaltenem oder sogar herabgesetztem intraokularen Druck und starker Schlängelung der Venen und eine häufige dem Totenauge ähnelnde Porzellanfarbe der Papille — machte er besonders auf die Blutungen im Augenhintergrunde aufmerksam, die denen bei sonstiger perniziöser Anämie ähnlich sind. Sie erscheinen nach Nieden streifenförmig und als isolierte Flecken, auch in breiten dem Gefäßverlauf folgenden Herden, mit mehr oder weniger Zeichen fettigen Zerfalls. Mikroskopisch erkennt man die Zeichen sklerotischer Entartung und Verfettung des Endothels. Dagegen fand Nieden nur selten die der Retinitis albuminurica eigentümlichen Veränderungen an der Macula. Zu den durch die Blutergüsse bedingten Störungen gesellten sich Gesichtsfeldeinengung, Anästhesie der Netzhaut, akkommodative und muskuläre Asthenopie mit Doppelsehen, Schwindelerscheinungen und Neigung zum Nystagmus der Bergleute.

Der Harn der Kranken ist fast durchweg normal nach Menge und Beschaffenheit; bei schweren Kreislaufstörungen nimmt die Menge ab, aber auch dann findet sich Eiweiß äußerst selten. Dagegen leiden die Geschlechtsfunktionen, sowohl bei Männern, die bei schwerer Erkrankung zeugungsunfähig werden, wie bei Weibern, bei denen verhältnismäßig früh die Monatsblutung aussetzt. In leichteren Fällen ist die Empfängnisfähigkeit bei diesen nicht gestört; die Kreislaufstörungen infolge der Krankheit werden jedoch durch Schwangerschaft vermehrt und diese ist deshalb stets als eine ernste Komplikation aufzufassen. In unseren Bergarbeiterrevieren fehlt es zwar an Gelegenheit, Studien nach dieser Richtung zu machen. Dagegen berichtet Wucherer, daß die Kinder solcher Frauen oft in einem elenden, atrophischen Zustande geboren werden, ferner beobachtete Lutz, daß Kinder, die in der Entwicklungszeit lange an schwerer Wurmkrankheit leiden, oft in der Entwicklung auffallend zurückbleiben, sodaß sie mit 25 Jahren noch aussehen, als ob sie 10—12 Jahre jünger wären. Auch sah er bei ihnen Verzögerung im Eintritt der Geschlechtsreife und Zurückbleiben in der Skelettentwicklung. In einzelnen Fällen sind die Knochen, namentlich das Brustbein auf Druck und Beklopfen schmerzempfindlich, wie bei der perniziösen Anämie und Leukämie.

Im vorstehenden ist in großen Zügen das gesamte Krankheitsbild der Ankylostomiasis gezeichnet, wie es übereinstimmend von den verschiedensten Beobachtern in allen Gegenden, in denen der Parasit vorkommt, berichtet worden ist. Wenn es auch

[1]) Fischer, Zentralbl. f. Augenheilk. März 1896. — [2]) Nieden, Sitzungsbericht der niederrhein. Gesellsch. f. Natur- u. Heilk. zu Bonn, Sitzung vom 18. Mai 1903.

manchen charakteristischen, ja spezifischen Zug aufweist, der es dem Kenner ermöglicht, dort, wo er den Verdacht auf das Vorkommen der Schädlinge hat, sofort diejenigen Personen zu bezeichnen, die sich bei weiterer Untersuchung als wurmkrank herausstellen, so kann man die Ankylostomiasis doch aus keinem einzigen Krankheitszeichen allein oder in Verbindung mit anderen ohne weiteres feststellen. Die Entscheidung wird vielmehr allein durch die mikroskopische Untersuchung der Kotabgänge, d. h. durch den Nachweis der ganz charakteristischen Eier des Parasiten im Kote getroffen. Die im Kot ausgeschiedenen Ankylostomeneier haben eine so eigenartige Form und kennzeichnen sich, da sie bereits in den Eiröhrchen des Weibchens befruchtet werden, durch den Furchungsprozeß des Eiinhalts so deutlich, daß eine Verwechslung mit Eiern anderer Parasiten oder sonstigen Formelementen bei sorgfältiger Untersuchung leicht vermieden werden kann. Bei mangelnder Übung können allerdings mitunter auch Zweifel entstehen, ob man ein Ei von Ankylostoma vor sich hat, oder von Oxyuris; am häufigsten aber kommen Verwechselungen mit dem Ascaridenei vor, namentlich wenn von diesem die Hülle abgesprungen ist, worauf Tenholt[1]) mit Recht aufmerksam gemacht hat. Diesem Ei fehlt jedoch die Dotterfurchung. Es ist daher unbedingt erforderlich, die Entwicklung der Eier genau zu kennen, bevor man an diese Untersuchungen herantritt (vgl. den vorhergehenden Abschnitt). An dieser Stelle sei nur erwähnt, daß man die Eier in den verschiedensten Stufen der Entwicklung findet. Da das Ausschlüpfen der jungen Larven aus der Eikapsel durch den Sauerstoffmangel im Darm verhindert wird, ist das Suchen nach Larven im Kot vergeblich. Ebensowenig findet man geschlechtsreife Würmer in den Abgängen, wenn nicht Abtreibungsmittel verabfolgt waren. Sie gehen zwar nach ihrem spontanen Absterben mit diesen ab, doch erfolgt dieses Absterben niemals in größeren Mengen auf einmal, sondern stets nur in einzelnen Exemplaren. Nur einem glücklichen Zufall wäre es zu verdanken, wenn ein solches Exemplar aufgefunden würde. Es ist auch heute noch notwendig, auf diese Tatsache ausdrücklich aufmerksam zu machen, da, wie dies schon vorgekommen ist, umfangreiche Ankylostomenherde Jahre lang als solche unerkannt bleiben können, wenn bei den Kotuntersuchungen nach Würmern und nicht nach Wurmeiern gesucht wird.

Die Auffindung der Eier ist bei zahlreicher Anwesenheit leicht; man braucht dazu nur ein kleines Partikelchen frischen Kotes auf dem Objektträger in Wasser dünn zu zerreiben, worauf die mikroskopische Besichtigung ohne weiteres erfolgen kann. Fast in jedem Präparate findet man deren eins oder mehrere. Sie wenigstens annähernd zu zählen ist insofern von großem Wert, als das Ergebnis einen Rückschluß auf die Anzahl der im Darmkanal vorhandenen Parasiten gestattet (vgl. S. 463). Da sehr viele Wurmbehaftete nur wenige Parasiten beherbergen, darf man es bei negativem Ergebnis nicht bei der Untersuchung eines Präparates bewenden lassen, man muß dann mehrere anfertigen und durchsuchen. Die Verteilung der Eier im Kot ist zwar im ganzen eine recht gleichmäßige, da der Parasit hauptsächlich in den oberen Teilen des Darmes seßhaft ist, doch gibt es auch Ausnahmen von dieser Regel. Außerdem hat Dieminger durch genaue Beobachtungen festgestellt, daß die Ausscheidung der Eier nicht täglich

[1]) **Tenholt, Die Untersuchung auf Ankylostomiasis, Bochum, 1903.**

in gleichem Maße erfolgt. In diarrhöischen Abgängen findet man weniger, häufig gar keine Eier; dasselbe ist der Fall nach reichlichem Alkoholgenuß. Auch der Genuß gewisser Speisen (z. B. von Heringen) scheint nicht ganz einflußlos zu sein. Man muß annehmen, daß hierdurch die Eierproduktion der Weibchen vorübergehend beschränkt oder ganz unterdrückt wird. Auch kann dadurch, daß bei spontaner oder künstlich erzeugter Diarrhöe im ersten dünnflüssigen Stuhlgang massenhaft Eier ausgestoßen werden, die durchschnittliche Menge in den nächsten Stühlen wesentlich vermindert sein. Die Tatsache selbst ist auch den Bergleuten bekannt; es ist beobachtet worden, daß durch Genuß von Alkohol oder Abführmitteln versucht wurde das Untersuchungsergebnis zu beeinflussen, um der lästigen Untersuchung und der Abtreibungskur zu entgehen, Mit Recht besteht daher die Anordnung (Tenholt), daß ein Bergmann nicht auf Grund einer Untersuchung, sondern erst dann für „wurmfrei" erklärt wird, wenn an drei aufeinander folgenden Tagen in je drei Präparaten kein Wurmei gefunden worden ist.

Kot, der längere Zeit an der Luft gestanden hat, eignet sich infolge der Eintrocknung nicht so gut für die Untersuchung. Bei der feuchten Aufbewahrung in warmer Luft, namentlich im Brutschrank geht die Entwicklung der Larven so schnell vor sich, daß Eier im Furchungsstadium kaum noch gefunden werden. Gerade sie gewähren aber die Sicherheit der Diagnose am besten, während die Larven leichter mit anderen (von Anguillula) verwechselt werden können. Nur der Geübte hat von diesen Untersuchungen von Brutschrankmaterial Nutzen, wenn er bei spärlicher Anwesenheit von Eiern die zeitraubende Aufsuchung dieser selbst durch die Feststellung einzelner leicht bemerklicher Larven, die ihm hinreichend bekannt sind, ersetzt.

Will man die Anzahl der im Kot vorhandenen Eier genauer feststellen, so empfiehlt Lutz folgendes bewährte Verfahren: 1 Teil Kot wird mit 3 Teilen Wasser gleichmäßig vermischt und von dieser Mischung 1 Dezigramm (ungefähr 3 Tropfen) auf dem Objektträger mit Hilfe einer aufgelegten Glasplatte gleichmäßig ausgebreitet. Letztere hat einen Flächeninhalt von 25 qcm und ist in Felder von je 1 qcm geteilt; es entsprechen so jedem derselben 4 Milligramm Flüssigkeit oder 1 Milligramm Kotmasse. Nun werden die Eier mit schwacher Vergrößerung gezählt und die Durchschnittszahl für 1 Milligramm bestimmt. Kennt man nun das Tagesgewicht des Kotes, so kann man die Zahl der täglich entleerten Eier ziemlich genau schätzen, anderenfalls darf man dasselbe zu durchschnittlich 200 g anschlagen. Bei Anwesenheit von 800 Ankylostomen hat Parona je 200 Eier in 1 cg Kotmasse gefunden und Lutz hat das Verhältnis der Weibchen zu den Männchen wie 3 : 2 festgestellt. Demnach dürfte man bei 20 Eiern auf 480 Weibchen und bei Anwesenheit von 1 Ei im Milligramm auf 24 Weibchen und 16 Männchen schließen und das einzelne Weibchen würde im Tage über 6000 Eier hervorbringen. In ähnlicher Weise bestimmt auch Leichtenstern die Anzahl der im Kot vorhandenen Eier.

Bei der vollkommenen Sicherheit, die die Kotuntersuchungen für die Diagnose der Ankylostomiasis gewähren, kann die oben erwähnte Feststellung der Anzahl der eosinophilen Leukozyten im Blute keinesfalls als gleichwertig erachtet werden, da sie wohl einen Verdacht verstärken, aber niemals Sicherheit verschaffen kann. Die Entscheidung wird stets die Kotuntersuchung bringen, die namentlich, wie Bruns mit Recht hervorhebt, auch im Interesse der Kranken niemals versäumt werden darf, bevor man die immerhin angreifende Abtreibungskur einleitet. Über die wichtige Frage, ob ein früherer Wurmbehafteter nach erfolgreicher Abtreibungskur noch Würmer beherbergt, gibt die Blutprüfung überhaupt keinen Aufschluß, da, wie oben

erwähnt, die Vermehrung der eosinophilen Blutzellen noch lange Zeit nach Beseitigung der Parasiten bestehen bleiben kann.

Was nun die Beurteilung des Ausganges der Krankheit anlangt, so wurde schon hervorgehoben, daß der Verlauf von der Anzahl der beherbergten Würmer, von der Dauer ihres Aufenthaltes im Darm und von der Widerstandsfähigkeit des Menschen abhängig ist. Der einzelne Fall wird um so akuter verlaufen, je größer die Anzahl der in kurzer Zeit zur Entwicklung gelangten Würmer bei einer schwächlichen oder sonst kränklichen Person ist. Unter dieser Voraussetzung kann man sogar von ziemlich akut verlaufenden Fällen sprechen, die man voraussichtlich dort am häufigsten vorfinden wird, wo eine für die Entwicklung der Eier und Larven günstige, eng beschränkte, hygienisch mangelhafte Arbeitsstelle von einer größeren Anzahl von Wurmbehafteten stark infiziert wird, so daß die übrige Belegschaft auf Schritt und Tritt mit den Infektionsstoffen in Berührung kommt. Derartige Verhältnisse bestanden z. B. für die St. Gotthardepidemie, wo Parona feststellte, daß bei einem Kranken innerhalb zweier Monate mindestens 1250 Würmer zur Entwicklung gelangt waren. Da aber meistens die Aufnahme der Larven auf der Arbeitsstelle in mehr oder weniger zahlreichen Schüben erfolgt, und in unseren Gegenden hauptsächlich die Kohlenhauer und Schlepper, d. h. Arbeiter in voller Manneskraft, gefährdet erscheinen, so ist es leicht verständlich, daß nur eine Minderzahl der Wurmbehafteten ausgeprägte Krankheitserscheinungen darbietet. Tenholts Statistik des Jahres 1903 enthält unter 32576 Fällen (darin sind die Rückfälle einbegriffen) nur 1449 Bergarbeiter, die Erscheinungen von Blutarmut darboten. Man darf annehmen, daß meistens mehrere Jahre vergehen, bevor Zeichen von Blutarmut auftreten. In dieser Zeit kann infolge der beschränkten Lebensdauer des geschlechtsreifen Wurmes im Darme sogar eine Selbstheilung zustande kommen, wenn der Arbeiter den Infektionsherd verläßt, also weiteren Nachschüben von Infektionsmaterial nicht ausgesetzt ist. Hat er aber während dieser Zeit immer von neuem Gelegenheit zur Infektion auf der Arbeitsstelle gehabt, so reicht auf die Dauer die Widerstandsfähigkeit seines Körpers nicht aus, er wird krank. Daß die Dauer der Beherbergung der Würmer für die Entstehung von Krankheitserscheinungen von großer Bedeutung ist, geht hinlänglich aus der Tatsache hervor, daß Löbker nach Aufdeckung der Seuche in Westfalen fast ausnahmslos schwere Krankheitsfälle, unter 23 sogar 2 Todesfälle beobachtete, während später, als die Untersuchung verallgemeinert und jeder entdeckte Wurmträger, gleichgültig ob er krank oder gesund war, einer Abtreibungskur unterzogen wurde, die Anzahl der Blutarmen immer mehr abnahm, die Fälle immer leichter erschienen, so daß es jetzt kaum noch möglich ist, einen Mann mit ausgesprochenen Krankheitserscheinungen zu finden. Am frühesten treten unzweifelhaft die oben erwähnten Krankheitserscheinungen von seiten der Verdauungsorgane auf, zu denen sich bei schwächlichen Personen selbst bei Anwesenheit einer geringen Anzahl von Ankylostomen in verhältnismäßig kurzer Zeit, sonst aber erst nach längerer Zeit, wenn mehrere (3—5) hundert Würmer im Darm leben, die beschriebenen Zeichen von Allgemeinerkrankung gesellen. In ganz schweren Krankheitsfällen hat man 1000, im St. Gotthard sogar 2—3000 Exemplare aus einem Wirt herausbefördert, doch kommt dies wohl nur ganz

ausnahmsweise vor. Auch Erscheinungen von seiten des Gefäßsystems und des Blutes machen sich in der Mehrzahl der Krankheitsfälle nur ganz allmählich bemerkbar und zwar zunächst ausschließlich die Zeichen der Blutarmut (Oligozytämie usw.), die bei mangelnder Erholung und darnieder liegender Ernährung in schwerere Veränderungen des Blutes übergeht. Da die Kranken bei uns fast ausschließlich schwere Arbeiten zu verrichten haben und diese trotz der von ihnen ja vielfach gar nicht bemerkten, wenigstens aber nicht beachteten Infektion und Körperschwächung regelmäßig fortsetzen, so erklärt sich hieraus das Auftreten von Herzvergrößerung und Erweiterung ganz ungezwungen; und der in vorgeschrittenem Stadium beobachtete mangelhafte Herzklappenschluß hat seine Ursache in der zunehmenden Erschlaffung der Herzmuskulatur. Von den in ihren klinischen Erscheinungen ähnlichen Klappenfehlern unterscheiden sich diese Veränderungen am Herzen wesentlich dadurch, daß sie durch Abtreibung der Würmer wieder rückgängig werden können, wenn sie nicht bereits zu weit gediehen sind. Der Tod wird, abgesehen von denjenigen Fällen, die mit anderweitigen Krankheiten (Tuberkulose usw.) kompliziert sind, durch Herzschwäche bei höchster Anämie mit allgemeiner Blutstauung sowie ungenügender Aufnahme und Verarbeitung der Nahrungsstoffe herbeigeführt. Daß aber dieser Verlauf der Krankheit ursächlich allein auf die Einwirkung der Ankylostomen auf den menschlichen Körper zurückgeführt werden muß, wird heute von allen Forschern anerkannt, und am einfachsten dadurch bewiesen, daß selbst in schweren Fällen durch eine gründliche erfolgreiche Abtreibungskur die Gesundheit völlig wieder hergestellt werden kann, und durch frühzeitige Anwendung derselben Behandlungsweise auch bei Anwesenheit von zahlreichen Ankylostomen im Darm dem Ausbruch eigentlicher Krankheitserscheinungen sicher vorgebeugt wird. Sind aber die krankhaften Veränderungen des Herzens und des Blutes so weit vorgeschritten, daß sie sich nicht mehr zurückbilden können, so läßt sich der weitere Krankheitsverlauf durch die Abtreibung der Würmer nicht wesentlich mehr beeinflussen. In solchen Fällen findet man bei der Obduktion keine oder nur vereinzelte Würmer; dasselbe ist der Fall, wenn nach sehr langem Bestehen der Krankheit (bis 20 Jahre und länger) ohne Abtreibungskuren allgemeines Siechtum zum Tode führt, während die Parasiten inzwischen von selbst abgestorben sind. Zuzugeben ist, daß von den verschiedensten Seiten auch Fälle von ganz kurz dauernder Infektion mit schwerer Blutarmut beobachtet worden sind, bei denen, wie durch vollständige Abtreibung oder Sektion erwiesen wurde, nur eine geringe Anzahl von Würmern (50—100) vorhanden war. Hier muß eine besondere Empfindlichkeit der einzelnen Person als Ursache angenommen werden. Leichtenstern warf sogar, ohne sie jedoch selbst zu bejahen, die Frage auf, ob die Ankylostomen überall und zu verschiedenen Zeiten die gleichen krankmachenden Eigenschaften besäßen.

Nicht ohne Einfluß auf den Verlauf der Ankylostomiasis bleiben Komplikationen der Krankheit, sei es, daß sie mehr oder weniger plötzlich in dieser selbst ihren Grund haben, sei es, daß sie durch anderweitige selbständig auftretende Gesundheitsstörungen verursacht werden. Heftige Diarrhöen und Darmblutungen gehören besonders zu ersteren; sie können eine schnelle Zunahme der Anämie und einen wesentlichen Kräfte-

verlust im Gefolge haben. Chronische Katarrhe der Atmungsorgane können gleichfalls der Ausdruck von allgemeinen Kreislaufstörungen infolge der Wurmkrankheit sein, aber auch selbständig veranlaßt und durch jene nur unterhalten werden. Daß der anämische Körper leicht zu tuberkulöser Erkrankung neigt, ist nicht auffällig; diesbezügliche Obduktionsbefunde und klinische Beobachtungen sind nicht selten gewesen. Vielfach werden bei demselben Wirt außer den Ankylostomen noch andere Helminthen (Ascaris lumbricoides, Trichocephalus dispar und Anguillula intestinalis) gefunden. In den Tropen, wo die Malaria nicht minder verbreitet ist wie die Ankylostomiasis, werden beide Erkrankungen häufig gleichzeitig bei derselben Person beobachtet. Lutz fand an einzelnen Orten Brasiliens Endemien von Ankylostoma und Struma. Daß der Verlauf irgend welcher anderen Krankheiten durch die Ankylostomenanämie ungünstig beeinflußt werden kann, bedarf keiner näheren Erörterung.

Wie hoch die Sterblichkeit an Ankylostomiasis ohne Einleitung einer zweckentsprechenden Behandlung namentlich in den Tropen ist, läßt sich schwer beurteilen. Sie ist dort vielfach sicher weit höher als bei uns, wo der Parasit nur ganz bestimmte Örtlichkeiten und Berufe gefährdet, der Kampf gegen ihn mit allen Mitteln der modernen Hygiene betrieben und jeder Wurmbehaftete frühzeitig erkannt und schleunigst von seinen Gästen befreit wird. Im rheinisch - westfälischen Kohlenrevier sind von Löbker von 1893—1895 2 Todesfälle beobachtet worden, die ausschließlich der Wurmkrankheit zur Last fielen; Tenholt berichtete 1898 über 1, 1901 über 5 und 1902 über 1 Todesfall — eine verschwindend kleine Anzahl bei der großen Zahl der Wurmbehafteten.

Wenn wir nun das Ergebnis der klinischen Untersuchung und Beobachtung mit den in älterer und neuerer Zeit erhobenen Befunden bei der Leicheneröffnung vergleichen, so muß von vornherein zugegeben werden, daß die letzteren oft wenig befriedigen, keinenfalls immer eine völlige Aufklärung des klinischen Bildes geben. Man muß aber bedenken, daß das letztere, wie Lutz mit Recht hervorhebt, eine Menge von subjektiven Symptomen aufweist, die mit dem Eintritt des Todes gänzlich fortfallen. Anderseits ist die Anzahl unanfechtbarer Obduktionsbefunde — seit Pruner, Griesinger, Bilharz, Wucherer u. a. — im Verein mit den klinischen Beobachtungen ausreichend für die Beweisführung, daß durch die schädliche Tätigkeit der Parasiten allein der Tod herbeigeführt werden kann. In solchen Fällen hat man beim Fehlen von Komplikationen keine oder nur geringe Abmagerung, aber eine außerordentlich blasse und wachsgelbe Färbung des ganzen Körpers gefunden. Bestanden gleichzeitig andere Komplikationen, so war das Fettpolster mehr oder weniger geschwunden, die Muskulatur von schlaffer Beschaffenheit. Die Blutarmut betraf nicht allein die äußeren Bedeckungen und die Schleimhäute, sondern die Muskulatur und sämtliche inneren Organe nahmen gleichmäßig daran teil. Häufig wird das Bestehen von erheblichem Flüssigkeitsaustritt in das Gewebe (Anasarka) oder in die großen Körperhöhlen (Brustfell, Herzbeutel, Bauchfell) verzeichnet. Hirnödem oder Lungenödem hatte meist den Tod unmittelbar herbeigeführt.

Das Herz hat stets eine schlaffe, brüchige Muskulatur, die namentlich in den inneren Schichten eine sehr blasse und graubraune bis gelbe Färbung aufweist. Mit-

unter ist es von annähernd normaler Größe, in anderen Fällen im ganzen mäßig verdickt, vielfach ist die Volumenvergrößerung (Hypertrophie und Dilatation), namentlich des linken Ventrikels, erheblich. Herzinnenhaut und Klappen sind entweder normal, oder fleckig und etwas verdickt; die Innenhaut der Hauptschlagader trug mitunter selbst bei jugendlichen Personen die Zeichen beginnender entzündlicher Veränderungen. Im Herzen finden sich meist wenig umfangreiche Blutgerinnsel oder flüssiges Blut von wässeriger Beschaffenheit mit nur wenigen blaßroten und weißen Blutkörperchen.

Leber und Milz sind zumeist von normaler Größe und Beschaffenheit oder mäßig verkleinert, zuweilen amyloid entartet (Milzvergrößerung kommt nach Lutz nur bei gleichzeitiger Malariaerkrankung vor). Die Nieren verhalten sich meist in gleicher Weise; Bäumler fand in einem schweren Falle auch Zeichen fettiger Entartung der Nierenzellen.

Der Magen, zuweilen in verschiedenem Grade erweitert, zeigt häufig die Erscheinungen schleimigen Katarrhs; in einem Falle (Roth) bestanden sogar hämorrhagische Erosionen. Parona fand einige Ankylostomen im Mageninhalt.

Den Dünndarm hat man zuweilen stark verengert gefunden, die Schleimhaut verdickt oder geschwollen, ebenso die Einzelfollikel und die Payerschen Haufen. In anderen Fällen wird eine Vermehrung des Darmschleims verzeichnet, der in den oberen Dünndarmschlingen von leicht blutiger Färbung, weiter abwärts mehr schokoladen- bis kaffeefarbig war. Mitunter finden sich kleine oder größere Blutgerinnsel; Griesinger stellte eine erhebliche Darmblutung als Todesursache fest. Die Gekrösdrüsen zeigten sich mehrfach vergrößert und bei entzündlicher Reizung des Bauchfells fand man die Darmschlingen durch Ausschwitzungen leicht verklebt.

Bei genauerer Besichtigung konnte schon Bilharz zwischen den Schleimhautfalten des Leerdarms und der oberen Krummdarmschlingen, weniger im Zwölffingerdarm kleinere bis linsengroße Blutaustritte im Gewebe nachweisen. Leichtenstern[1]) hat diesem Befunde besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Die Blutflecken sind die Bißstellen der Parasiten und ihre Anzahl ist nach seiner Ansicht abhängig sowohl von der Anzahl der vorhandenen Würmer, als auch von der Häufigkeit ihres Ortswechsels im Darm, also vom Alter (jüngere Würmer wechseln häufig den Ort) und von der Begattungszeit, in welcher die Männchen wandern. In den Fällen von frischer Infektion sind daher die Blutaustritte viel zahlreicher und größer, an den Haftstellen der Würmer bis talergroß, während bei den älteren Fällen viel weniger und blassere gefunden werden, zumal wenn hochgradige Blutarmut besteht. Neben diesen frischen Blutflecken findet man auch alte pigmentierte Flecken in der Schleimhaut. Nach Leichtenstern erklärt sich durch den häufigen Ortswechsel der jungen geschlechtsreifen Würmer und die größere Seßhaftigkeit der älteren die Tatsache, daß in den älteren Fällen sich mikroskopisch weder Blut noch blutiger Schleim in den Stühlen der Kranken findet und daß anderseits nach Ablauf des Inkubationsstadiums der Krankheit mit der fünften bis sechsten Woche heftige Koliken auftreten, und auch dann gerade heftigere blutige Durchfälle und oft eine ganz akute Anämie beobachtet werden. In dieser Zeit sind die Würmer voll entwickelt, es beginnt die Begattungs-

[1]) Leichtenstern, Deutsche med. Wochenschr. 1887, Nr. 26.

zeit und es erscheinen jetzt die Eier im Kot. Im Inkubationsstadium selbst fehlen jegliche subjektiven und objektiven Krankheitszeichen.

Die Würmer findet man bei der Leicheneröffnung, je nachdem sie alsbald nach dem Tode oder später ausgeführt wird, noch lebend der Darmschleimhaut anhaftend, so daß sie mitunter losgerissen werden müssen, oder abgestorben frei im Darminhalt. Man nahm früher an, daß sie sich hauptsächlich im Zwölffingerdarm und Leerdarm und in der oberen Hälfte des Krummdarms aufhalten. Aber schon Roth und Bäumler fanden den Zwölffingerdarm völlig frei von ihnen, und heute wissen wir, daß der Wurm sich dort gewöhnlich überhaupt nicht aufhält. Der schon erwähnte auffallende Befund Paronas, die Anwesenheit von Würmern im Magen, ist wohl auf heftige rückläufige Bewegungen des Darms aus nicht mehr festzustellenden Ursachen zurückzuführen.

Will man sich im einzelnen Falle über den Sitz und die Anzahl der vorhandenen Würmer sowie das Zahlenverhältnis der beiden Geschlechter zueinander vergewissern, so führe man die Obduktion möglichst bald nach dem Tode aus, um die Tierchen noch lebend zu erhalten, und befolge dabei die von Leichtenstern aufgestellten Regeln. Der Bauch wird durch einen großen Kreuzschnitt eröffnet, sodann der Dünndarm ohne Verschiebung des Inhalts in Stücken von je 1 m Länge doppelt abgebunden und die Stücke geschlossen für sich ausgeschnitten und jedes sofort in eine mit warmem Wasser halb gefüllte Glasschale gebracht. Hier wird die Darmschlinge aufgeschnitten, sodaß ihr Inhalt in das Wasser ausfließt. Nun folgt zunächst die Aufsuchung der namentlich zwischen den Falten der Schleimhaut festsitzenden Würmer, die eine große Sorgfalt erfordert, wenn nicht zahlreiche Exemplare, namentlich die kleineren und schmächtigeren Männchen übersehen werden sollen. Das Darmstück wird schließlich in Wasser oder Alkohol 24 Stunden aufbewahrt und man kann alsdann immer noch einige Exemplare, die bei der ersten Suche entgangen sind, leicht von der Schleimhaut abstreifen. Aus dem in die Glasschale entleerten Darminhalt sammelt man die freien Würmer, wobei besonders die Schleimflocken berücksichtigt werden müssen, in denen die Männchen oft eingeschlossen sind. In warmem Wasser bleiben die Parasiten mehrere Stunden lang lebend und führen lebhafte Eigenbewegungen aus. Beim Erkalten des Wassers werden sie ruhiger und sterben scheinbar ab; doch beginnen die Bewegungen sofort wieder bei steigender Temperatur. Ein Zusatz von Jod, Farnkrautextrakt, Thymol usw. tötet die Würmer sofort. Will man aber das Ergebnis einer solchen Obduktion richtig beurteilen, so muß man in Betracht ziehen, ob in der letzten Lebenszeit Abtreibungsmittel verabreicht wurden, durch welche die im Leerdarm und in den obersten Krummdarmschlingen vorhandenen Würmer und zwar erfahrungsgemäß die Weibchen in erster Linie betroffen wurden.

Bilharz[1]) fand als erster die Würmer unter der Schleimhaut der Darmwand in kleinen Hohlräumen, die sich durch eine flache Erhabenheit der Schleimhaut von Linsengröße und fahl-braunroter Farbe kenntlich machen. Diese bilden eine „zwischen Tunica nervosa und mucosa im Bindegewebe befindliche, mit Blut gefüllte Höhle“ und enthalten darin zusammengeringelt den lebenden, von Blut vollgesogenen Wurm (bald ein Männchen, bald ein Weibchen). Griesinger bestätigte diesen Befund, der nach seiner Meinung oft zu beobachten ist, und glaubte, daß es sich dabei um Parasiten handele, die tiefer in die Schleimhaut einbeißen und weiter in die Darmwandung vordringen. Leuckart[2]) dagegen vermutete, daß die Ankylostomenlarven vielleicht ebenso wie Sclerostoma tetracanthum beim Pferde in solchen Hohlräumen ein bestimmtes Larvenstadium durchmachen, bevor sie auf die Schleimhautfläche des

[1]) Bilharz, Zeitschr. f. wissenschaftl. Zoolog. Band IV. — [2]) Leuckart a. a. O. Band II, Seite 444.

Darmes gelangen. Später hat nur noch Grassi in einem Falle solche Gebilde aufgefunden und genauer beschrieben. Er fand „ferner unregelmäßig zerstreut ungefähr 10 leichte, rundliche Erhebungen von 2—3 mm Durchmesser von rotvioletter Farbe. Bei genauer Untersuchung entsprachen die durch die Schleimhaut rot durchschimmernden Erhebungen kleinen Blutlachen, die je einen, etwas mehr als gewöhnlich gekrümmten Ankylostomenwurm enthielten; es waren 7 Weibchen und 1 Männchen“. Er glaubte daher mit Recht annehmen zu können, „daß die Ankylostomen ihren letzten Entwicklungsabschnitt in der Darmschleimhaut durchmachen“. Mit dieser Annahme ist aber das außerordentlich seltene Vorkommen dieser Gebilde nicht recht in Einklang zu bringen; außerdem hat noch niemand Ankylostomenlarven darin gefunden; bei Grassi waren es allerdings in der Entwicklung etwas zurückgebliebene, noch nicht befruchtete Weibchen und Männchen ohne Abweichungen von der Norm. Leichtenstern[1]) weist daher auf Grund seiner Fütterungsversuche die Leuckart-Grassische Ansicht zurück.

Wodurch kommt denn nun die geschilderte nachteilige Einwirkung der Ankylostomen auf die Gesundheit des Menschen zustande? Früher war man allgemein der Ansicht, daß die Ursache der Blutverlust sei, der dadurch entsteht, daß die Ankylostomen sich vom Blut des Menschen nähren. Hierzu kommt, daß durch Nachblutungen aus den Bißwunden der Parasiten in der Darmschleimhaut weiteres Blut verloren gehen kann. Ein gesunder Mensch wird allerdings selbst bei Anwesenheit einer größeren Anzahl von Ankylostomen diesen Blutverlust längere Zeit, ohne Schaden zu nehmen, leicht ausgleichen. Je länger aber diese regelmäßigen Blutentziehungen stattfinden, desto schwieriger gestaltet sich der Blutersatz. Die dann verhältnismäßig rasch zunehmende Blutarmut und der Kräfteverfall des Kranken ist also durchaus erklärlich. Löbker vertritt daher auch heute noch den Standpunkt, daß in der dauernden Blutentziehung durch die Parasiten wesentlich, wenn auch vielleicht nicht allein, die Ursache der Erkrankung zu suchen sei.

Jedoch nicht immer steht der Grad der Blutarmut mit der Anzahl der vorhandenen Parasiten in Einklang; mitunter werden bei anscheinend ganz gesunden Personen verhältnismäßig viele und bei sehr blutarmen nur sehr wenige Würmer gefunden. Für diese Fälle bietet die Annahme, daß der Blutverlust die schädigende Ursache bilde, nicht immer eine genügende Erklärung. Einige Forscher glauben daher neuerdings annehmen zu müssen, daß die schädliche Wirkung durch ein von den Würmern erzeugtes Gift hervorgerufen wird, welches schwere Störungen im Stoffwechsel und des weiteren die Blutveränderungen verursache. Bis heute ist jedoch der endgültige Nachweis für die Giftausscheidung der Ankylostomen noch nicht voll erbracht, wenngleich Looss auf die im Vorderleib des Parasiten befindlichen, in die Mundhöhle mündenden Drüsen als die etwaigen Gifterzeuger aufmerksam gemacht hat (vergl. S. 442). Abgesehen von den besprochenen klinischen Beobachtungen (Zinn und Jakoby[2]), Tenholt[3])), lassen sich für die Lehre von der Giftwirkung der Ankylostomen auf den Kranken gleichartige

[1]) Leichtenstern, Deutsche mediz. Wochenschr. 1887, Nr. 30. — [2]) Zinn und Jakoby, Ankylost. duoden. Leipzig 1898. — [3]) Tenholt, Die Ankylost.-Frage. Jena 1903.



Beobachtungen bei einer Bandwurmart (Botriocephalus latus) und der Miesmuschel (Mytilus edulis) anführen, von denen Leichtenstern[1]) annimmt, daß nicht alle, sondern nur einzelne Exemplare zu gewissen Zeiten und an verschiedenen Orten giftig sind. Auch hat man die Vermehrung der eosinophilen Zellen auf eine solche Giftwirkung bezogen. Neuerdings wollen auch Lussana[2]) und Arslan[3]) im Harne von Wurmkranken ein Gift, anscheinend zu den Ptomainen gehörig, aufgefunden haben, welches bei Kaninchen wesentliche Verminderung und Veränderungen der roten Blutkörperchen hervorrief. Bohland[4]) stellte bei Wurmkranken eine krankhafte Steigerung des Eiweißzerfalles fest, die nicht nur aus der Blutarmut zu erklären sei; er nimmt vielmehr an, daß der Parasit ein Zellgift absondert. In gleichem Sinne äußerte sich auch Peiper[5]), und Loeb und Smith[6]) glauben im Vorderleibe des Wurmes eine gerinnungshemmende Substanz aufgefunden zu haben. Liefmann[7]) dagegen faßt das Ergebnis seiner bezüglichen Untersuchungen in die Worte zusammen: „Es ist nicht sicher erwiesen, daß die Würmer ein gerinnungshemmendes Gift absondern; daß sie ein hämolytisches Sekret erzeugen, ist wohl auszuschließen.“ Lutz beobachtete wiederholt bei Wurmkranken Fallsucht, die durch Abtreibung der Ankylostomen zwar nicht völlig geheilt, aber doch wesentlich gebessert wurde.

Im übrigen mag nicht unerwähnt bleiben, daß auch Leichtenstern neben der Blutentziehung durch die Würmer die Existenz und die Bedeutung der Ankylostomentoxine keineswegs geleugnet hat. Als abgeschlossen ist die Frage, wodurch die Würmer auf den Kranken schädigend einwirken, noch nicht zu betrachten.

Vierter Abschnitt.

Die Behandlung der Wurmbehafteten.

Die Behandlung hat zwei Aufgaben zu erfüllen: die Würmer aus dem Darm zu vertreiben und die Folgen der Erkrankung zu beseitigen. So lange im einzelnen Falle noch keine oder keine erheblichen Veränderungen des Blutes vorliegen, ist die Behandlung mit der erfolgreichen Abtreibung der Würmer abgeschlossen; die Blutarmut leichteren und mittleren Grades verschwindet dann bei sonst gesunden Personen oft überraschend schnell von selbst. Sogar in Fällen schwerster Art hat man dies beobachtet, vorausgesetzt, daß die Krankheit nicht zu lange gedauert hat. Ist letzteres der Fall, so erfordert die Erfüllung der zweiten Aufgabe viel mehr Mühe und Zeit, als die verhältnismäßig einfache Abtreibung der Würmer; alle Bemühungen scheitern, wenn die krankhaften Veränderungen der Organe und des Blutes so weit vorgeschritten waren, daß ein Ausgleich ausgeschlossen ist, oder wenn der Kranke immer von neuem der Infektion unterliegt.

---

[1]) Leichtenstern in Penzoldt und Stintzing, Handb. der speziell. Therap., Band IV. — [2]) Lussana, Rivista clinica 1890, no. 4. — [3]) Arslan, Revue mens. de malad. de l'enf. 1892. Déc. — [4]) Bohland, Münchener mediz. Wochenschr. 1894, Nr. 46. — [5]) Peiper, Deutsche mediz. Wochenschr. 1897, Nr. 48. — [6]) Loeb und Smith, Zentralbl. f. Bakteriol. Band 37, Seite 93. — [7]) Liefmann, Zeitschr. f. Hygiene und Infektionskrankh. Band 50, 1905.

Die Abtreibung der Würmer ist jedoch nicht immer ganz leicht und einfach durchzuführen, ja sie ist sogar mit gewissen Gefahren verbunden, die glücklicherweise in einer recht geringen Anzahl von Fällen trotz größter Sorgfalt von seiten des Kranken wie des Arztes nicht ganz ausgeschlossen werden können. Denn zur Abtreibung der Würmer müssen Stoffe angewendet werden, die nicht allein auf die Parasiten, sondern in gewissem Grade auch auf den Menschen selbst giftig einwirken können, namentlich, wenn er durch die Krankheit bereits erheblich geschwächt ist, oder wenn bei ihm eine besondere Empfindlichkeit gegen das angewandte Mittel besteht.

Im wesentlichen stehen zur Abtreibung zwei Heilmittel zur Verfügung, das ätherische Farnkrautextrakt und das Thymol.

Das Farnkrautextrakt war für Bandwürmer schon lange als wirksames Abtreibungsmittel bekannt; bei der Ankylostomiasis wurde es, zunächst allerdings ohne Erfolg, von mehreren italienischen Ärzten, namentlich von Parona verordnet, sodann von Perroncito[1]) auf Grund von experimentellen Untersuchungen sowie von Parona im Jahre 1881 nach vielfacher erfolgreicher Anwendung bei den Gotthardarbeitern von neuem empfohlen. Seitdem ist die Wirksamkeit des Mittels von allen Seiten bestätigt, sodaß es bis auf den heutigen Tag wohl als das gebräuchlichste bezeichnet werden kann. Sowohl im rheinisch-westfälischen, wie im Lütticher Revier wird es besonders bevorzugt.

Neben den günstigen Berichten stehen aber in der Literatur auch solche von völliger Unwirksamkeit verzeichnet, wie denn das Farnkrautextrakt auch für die Bandwurmkuren anfänglich nur wenig geschätzt wurde. Dies hatte aber wesentlich darin seinen Grund, daß zu kleine Gaben verabreicht wurden. Es kommt hinzu, daß dieses Pflanzenpräparat durchaus nicht von gleichmäßiger Beschaffenheit ist. Seine Wirksamkeit ist abhängig vom Standorte der Pflanze und der Jahreszeit ihrer Einsammlung, auch von der Art der Herstellung und der Aufbewahrung des Extraktes; namentlich erweisen sich alte, schlecht aufbewahrte Präparate häufig als unwirksam. Man soll daher bei der Herstellung und Aufbewahrung des Farnkrautextraktes besondere Sorgfalt obwalten lassen und im allgemeinen frische Präparate für die Abtreibungskuren verwenden. Unzweifelhaft kommen aber für den Erfolg und Mißerfolg noch andere Umstände in Betracht, die nicht in jedem Falle klargestellt werden können.

Je wirksamer aber das Präparat ist, desto vorsichtiger muß man bei seiner Dosierung sein. In der St. Gotthardepidemie wurden selbst Gaben von 20—40 g (Perroncito) des Extraktes ohne Nachteil verabfolgt. Später wurde jedoch wiederholt über Vergiftungsfälle leichterer und schwerer Art, ja sogar über einzelne Todesfälle nach Darreichung des Extraktes berichtet.

Die Kranken klagen über Kopfschmerzen, Schwindel, Atemnot, Gelbsehen; dazu gesellen sich gewisse Sehstörungen (Amblyopie), ja bisweilen dauernde völlige Erblindung, Delirien, Bewußtlosigkeit und Krämpfe in den Gliedmaßen, die sich bis zum völligen Starrkrampf steigern können. Eich[2]) konnte schon im Jahre 1891 aus der Literatur von 11 Autoren 20 Fälle von Vergiftung, darunter 3 mit tödlichem Ausgang zusammenstellen und aus Leichtensterns Krankenhause 4 weitere Fälle, darunter 1 tödlich verlaufenen, hinzufügen. Die Zahl hat sich

[1]) Perroncito, Revue méd. de la Suisse rom. 1881, Nr. 3. — [2]) Eich, Deutsche mediz. Wochenschr. 1891, Nr. 32.

inzwischen noch erheblich vergrößert. Sidler-Huguenin[1]) berichtete über 78 schwere Vergiftungen, von denen 12 tödlich verliefen.

Welcher Art die im Farnkrautextrakt enthaltenen Gifte (Filicin, Aspidin) sind, ist noch nicht ganz aufgeklärt; sie wirken unter anderem in heftiger Weise auf das Zentralnervensystem ein, indem sie tetanische Erscheinungen auslösen können, wie besonders aus einem schnell tödlich verlaufenen Falle Leichtensterns hervorgeht. Experimentelle Untersuchungen über die Einwirkung dieser Giftstoffe des Farnkrautextraktes hat Quirll ausgeführt mit dem Ergebnis, daß die Wirkungsweise eine doppelte ist. Es macht sich sowohl ein direkter Einfluß auf die Schleimhaut des Magens und des Darmes geltend, der in katarrhalischer Reizung besteht und diarrhöische Stuhlentleerung hervorruft, als auch durch eine toxische Einwirkung auf das Gehirn allgemeine Schlaffheit und später Lähmungserscheinungen, welche durch Übergreifen auf Herz und Atmungsmuskulatur bedrohliche Schwächezufälle oder sogar den Tod herbeiführen.

Besonders wirksam ist das Extrakt, wenn es in Verbindung mit Rizinusöl gegeben wird, wodurch anscheinend der eigentlich wirksame Bestandteil aus dem Extrakt gelöst wird. Aus dieser zunächst am Versuchstiere von Poulsson[2]) festgestellten Wirkung der fetten Öle hat man vielfach die Forderung abgeleitet, diese Öle bei der Anwendung des Farnkrautextraktes ganz zu vermeiden. E. Grawitz beobachtete nach der Verabfolgung des Extraktes und zwar besonders häufig bei gleichzeitiger Verwendung von Rizinusöl neben den leichteren Intoxikationserscheinungen das Auftreten von Gelbsucht, die er auf eine gesteigerte Auflösung von roten Blutkörperchen in der Leber und dadurch bedingte Vermehrung und Eindickung der Galle zurückführt. Auffallend ist, daß Leichtenstern eine solche Gelbsucht weder bei 300 Ankylostomenkranken, die er mit Farnkrautextrakt und Rizinusöl behandelte, noch bei seinen zahlreichen Bandwurmkranken gesehen hat. Löbker hat sie im westfälischen Kohlenrevier wiederholt beobachtet und als ein Warnungszeichen bezüglich der Fortsetzung der Kur angesehen. Die gleiche Erfahrung hat Tenholt gemacht, ebenso Dieminger[3]), der bei 637 Wurmkuren in etwa 4% Gelbsucht verschiedenen Grades auftreten sah.

Das größte Aufsehen haben diejenigen Vergiftungsfälle erregt, wo selbst bei Anwendung von geringen Gaben völlige, vorübergehende oder dauernde Erblindung auftrat, wie dies zuerst von May, sodann von Katayama und Okamoto[4]) nach Verabfolgung von je 5 g an 2 aufeinander folgenden Tagen beobachtet wurde. Weitere Bestätigungen dieser bedauerlichen Vorkommnisse folgten von verschiedenen Seiten (Groß, Masius, Tenholt u. a.). Im westfälischen Revier sind bei den vielen Tausenden von Abtreibungskuren im ganzen 4 Fälle von Erblindung vorgekommen, die von Nieden untersucht wurden.

Nieden berichtet darüber in folgender Weise: „Die Erscheinung zeigt sich nach dem Erwachen aus schwerem Somnolenzstadium in reaktionslosen weiten Pupillen, engen und fadenscheinigen Gefäßen, weißer oder grauer Verfärbung des Sehnerven, allgemeiner Trübung der Retina, besonders in der Gegend der Macula, ähnlich wie es bei Chininwirkung der Fall ist. Tritt Besserung ein, so zeigt sich schwacher Lichtschimmer im Zentrum, die Ernährung des Augenhintergrundes nimmt zu, die Farbe der Papille hebt sich, die Gesichtsfeldgrenzen dehnen sich langsam wieder aus, doch bleibt meist ein mehr oder minder hoher Grad von Amblyopie zurück nebst teilweisem weißen Zerfall der Papille, die bei den Fällen dauernder Amaurose eine kleine, porzellanweiße Scheibe mit dünnkalibrierten Gefäßen darstellt. Therapeutische Eingriffe sind dabei von geringem Einflusse und richtet sich der mehr oder minder hochgradige Verlust an Sehkraft je nach der Stärke der zuerst stattgehabten Reaktion."

---

[1]) Sidler-Huguenin, Korresp.-Bl. f. Schweizer Ärzte 1898, Nr. 17. — [2]) Poulsson, Arch. f. experiment. Patholog. Band XXIX, 1892. — [3]) Dieminger, Klinisch. Jahrbuch, Band XIV, 1905. — [4]) Katayama und Okamoto, Vierteljahrsschr. f. gerichtl. Mediz. 1894. Supplem.

Katayama und Okamoto berichten, daß bei 32,5% der mit Farnkrautextrakt behandelten Kranken Sehstörungen verschiedenen Grades auftraten und in der von Sidler-Huguenin zusammengestellten Liste von 78 Fällen schwerer Vergiftung befinden sich 18 mit beiderseitiger und 15 mit einseitiger dauernder Erblindung, 5 mit dauernd herabgesetzter Sehkraft, 4 mit vorübergehender Erblindung, endlich 2 mit schnell vorübergehenden Sehstörungen. Durchweg fand sich dabei das Bild einfacher Sehnervenatrophie, also graue bis weiße Verfärbung des Sehnerven mit schmalen Netzhautgefäßen. Uhthoff[1]) glaubt, daß die Schädigung des Sehnerven durch Störungen des Blutkreislaufs verursacht werde; die Mehrzahl der Augenärzte nimmt aber mit Nuel[2]) eine unmittelbare Gifteinwirkung auf die Nervenfasern selbst an[3]).

Solange aber ein anderes, für den Menschen absolut ungefährliches, dabei aber sicheres Abtreibungsmittel nicht bekannt ist, werden diese Erfahrungen, die ja doch nur seltene Ausnahmefälle betreffen, nicht dazu führen dürfen, auf die Anwendung des Farnkrautextraktes bei der Behandlung der Ankylostomiasis zu verzichten.

Ein Todesfall infolge von Farnkrautvergiftung ist im rheinisch-westfälischen Kohlenreviere niemals beobachtet worden.

Übermäßig große Dosen sind jedenfalls zu vermeiden, zumal eine Gabe von 10 g (bei Kindern höchstens die Hälfte) eines guten frischen Präparates sich beim erwachsenen Menschen als hinreichend wirksam erwiesen hat. Bei einem Mißerfolge empfiehlt es sich, das Mittel nicht mehrere Tage hintereinander zu verabfolgen, sondern die Kur erst nach einer kürzeren oder längeren Zwischenzeit zu wiederholen; bei geschwächten Personen verteilt man zweckmäßig die Dosis von 10 g in kleinere Einzelgaben auf den halben oder ganzen Tag. Auch Leichtenstern warnt davor, das Mittel bei leerem Magen einzunehmen, man gibt es vielmehr besser nach dem Morgenkaffee. Endlich wird von den Ärzten im rheinisch-westfälischen Bergwerksrevier auf Grund ihrer umfangreichen Erfahrungen die Forderung aufgestellt, die Behandlung, namentlich die Darreichung des Abtreibungsmittels nicht ambulant, sondern stationär (d. h. in Krankenanstalten, Baracken u. dgl.), vorzunehmen. Nur dann wird es möglich sein, die ersten Anzeichen der Vergiftung rechtzeitig zu erkennen und die Kranken durch Darreichung von Belebungsmitteln usw. vor Schwächezufällen zu behüten; nur dann auch läßt sich überwachen, ob das Mittel wirklich eingenommen und nicht etwa wieder erbrochen wird. Infolge des häßlichen Geschmacks des Mittels sträuben sich nämlich manche Kranke, es einzunehmen; sie beseitigen es heimlich, um den Arzt zu täuschen; bei anderen tritt bei der Verabfolgung des Mittels sofort oder etwas später Erbrechen ein, selbst wenn man das Extrakt mit Hilfe einer Schlundsonde unmittelbar in den Magen hineinbringt. Es empfiehlt sich deshalb die Kranken im Bett zu lassen, den üblen Geschmack und die Brechneigung mit kaltem schwarzen Kaffee oder Tee, Zitronensaft, Pfeffermünz, Kognak usw. zu bekämpfen.

Um das Farnkrautextrakt möglichst nachdrücklich auf die Würmer einwirken zu

[1]) Uhthoff in Graefe-Saemisch Handb. Band XI. — [2]) Nuel, VIII. intern. Kongreß 1900. — [3]) Diese Angaben beziehen sich nicht nur auf die Anwendung von Farnkrautextrakt bei Wurmkrankheit, sondern auf seine arzneiliche Anwendung überhaupt (bei Bandwurmkuren u. a.).



lassen, ist es von Nutzen, am Tage vor der Darreichung des Mittels den Darminhalt, namentlich auch den Darmschleim durch Abführung mittels Calomel oder Karlsbader Salzes u. dgl., oder auch durch einen Einlauf zu entleeren. In gleicher Weise müssen die durch das Extrakt von ihrer Haftstelle losgelösten Würmer aus dem Darme entleert werden. Dazu wurde meistens Rizinusöl, neuerdings aber aus den oben geschilderten Gründen meist Calomel oder ein Senna-Infus verwendet. Unzweckmäßig ist es, diese Abführmittel zu früh anzuwenden, bevor das Extrakt genügend lange eingewirkt hat; man wartet daher 3—4 Stunden ab, bevor man das Abführmittel einnehmen läßt. Dieminger glaubt neuerdings sogar auf die Verwendung von Abführmitteln bei der Abtreibungskur ganz verzichten zu können. Goldman (Brennberg) gibt das Farnkrautextrakt (8—16 g) in Gelatinekapseln zu je 1 g. Die Hälfte der Kapseln wird in Zwischenräumen von 5 Minuten eingenommen, die zweite nach einer Pause von 1—2 Stunden in Abständen von je 10 Minuten und zwar nur dann, wenn inzwischen keinerlei beängstigende Einwirkung des Mittels auf den Kranken beobachtet ist; als Abführmittel benutzte er früher Calomel mit Jalape. In den folgenden 4 Tagen nimmt der Kranke bei ihm im ganzen 10 g gereinigtes Terpentinöl in Gelatinekapseln zu je 0,5 g. Auch in Lüttich wird bei der Behandlung Farnkrautextrakt in Verbindung mit Calomel und Jalape benutzt. Um das Extrakt in möglichst angenehmer Form zu geben, hat man dort (Malvoz, Lambinet) eine Emulsion gewählt, die angeblich sehr gern genommen wird. 120 g Emulsion werden aus 8 g frischem Extrakt und 2 g Chloroform unter Zusatz von hinreichenden Mengen Gummi, Anis- und Pfeffermünzsirup hergestellt. Die ganze Dosis wird an einem Vormittag in 2 Portionen eingenommen. Übrigens sind die Abtreibungskuren wie jedes Heilverfahren, zwar nach bestimmten Grundsätzen, aber nicht schablonenmäßig auszuführen.

In den letzten Jahren ist ein neues Präparat aus dem Aspidium filix mas, die amorphe Säure, unter dem Namen Filmaron (Kraft) in den Handel gebracht, welches die wirksame Substanz unter Ausschaltung der giftigen Stoffe rein enthalten soll und auf der Baseler Klinik bei den Bandwurmkuren mit Erfolg benutzt ist. Von Nagel[1]) ist es auch gegen die Ankylostomen versucht worden, bisher jedoch nach seiner Angabe ohne zufriedenstellende Wirkung.

Das zweite Abtreibungsmittel, Thymol (Thymiankampfer, ein aus weißen Kristallen bestehendes chemisches Präparat) wurde gleichfalls im Jahre 1881 von Bozzolo[2]) eingeführt. Das Thymolpulver (2—10 g im Tage) wird nach seiner Angabe in Oblaten verabfolgt und darauf ein schwaches alkoholisches Getränk dargereicht. Später empfahl er, am Tage nach der vorbereitenden Darmentleerung 12 g in 6 Einzelgaben mit Pausen von je 2 Stunden zu geben und die Kur je nach dem Maße der Mißerfolge in Zwischenräumen von einigen Tagen zu wiederholen. Lutz[3]) prüfte das Verfahren nach und erreichte völlige Abtreibung der Würmer, wenn die Behandlung lange genug fortgesetzt wurde. Bei der häufig erforderlichen Wiederholung stieß er aber auf Widerstand bei den Kranken, was ihn zu einer Abänderung der Kur veranlaßte:

---

[1]) Nagel, Deutsche mediz. Wochenschr. 1903, Nr. 31. — [2]) Bozzolo, Giorn. della R. Accadem. di Medic. di Torino 1881, Nr. 2—3. — [3]) Lutz a. a. O. II, Seite 16 ff.

2 Stunden nach der Mittagsmahlzeit Darreichung von Calomel 0,5 g, Pulv. fol. Sennae alcoh. extr. 2 g in einstündlichen Dosen; je nach der Wirkung wird die letzte Dosis fortgelassen, zeitlich verschoben oder noch eine weitere Gabe dargereicht. Darauf leichte Abendkost. Die Stuhlentleerung erfolgt spätestens gegen Mitternacht. In der folgenden Morgenfrühe nimmt der Kranke 2—3 mal je 2 g Thymol in zweistündlichen Zwischenräumen mit schwarzem Kaffee oder Bouillon. 1—2 Stunden nach der letzten Gabe kann das Mittagessen eingenommen werden. Schwächere Kranke sollen während der Kur liegen. Tritt nach einigen Stunden keine Darmentleerung ein, so wird ein leichtes Abführmittel gegeben. Bei Kindern werden ihrem Alter entsprechend die Dosen des Thymol reduziert.

Das Thymol ist ein Präparat von stets gleicher Beschaffenheit und in Oblaten oder Gelatinekapseln für die Kranken weit angenehmer einzunehmen, als das Farnkrautextrakt. Manche klagen bei der Thymolkur über brennende Schmerzen im Magen und beim Urinieren in der Harnröhre; bei größeren Gaben tritt bisweilen Schwindel und Ohnmachtsgefühl auf. Neigt der Kranke leicht zum Erbrechen, so verursacht das hierbei ausgeworfene Thymol heftiges Brennen im Schlund, Speiseröhre und Mund. Nach Verabfolgung größerer Gaben zeigt der Harn eine olivengrüne Farbe ähnlich dem Karbolharn, was jedoch, soweit bisher beobachtet wurde, von keiner besonderen Bedeutung ist. Leichte Eiweißausscheidung im Harn hat man öfter festgestellt, nur selten dagegen schwere akute Nierenentzündung. Leichtenstern erlebte auch bei der Thymolkur einen Todesfall durch schwere Herzschwäche. Bei der Leicheneröffnung fand sich, daß das Herz sehr anämisch und zum Teil verfettet war.

Es ist hieraus ersichtlich, daß auch die Anwendung des Thymols mit mancherlei Nachteilen verbunden ist; die Frage, welches von den beiden Abtreibungsmitteln den Vorzug verdient, wird daher von den Ärzten ganz verschieden beantwortet. Ein jeder urteilt nach seinen eigenen Erfahrungen, die bei ihm selbst zu verschiedenen Zeiten, namentlich nach zeitweiligen Mißerfolgen oder Unglücksfällen einen Wechsel in der Beurteilung der Mittel hervorrufen können, ein Vorgang, wie er ja auch bei anderen Giften (z. B. in der Narkosenfrage) oft wahrgenommen wird. In Deutschland, Österreich-Ungarn und Belgien bevorzugt man im allgemeinen das Farnkrautextrakt, das sich auch im rheinisch-westfälischen Revier vortrefflich bewährt hat. Wie bei der Dosierung, so ist jedoch auch bei der Auswahl des Abtreibungsmittels individualisierend zu verfahren, namentlich wird man bei erfolgloser Anwendung des einen Mittels zum anderen greifen. Die gleichzeitige Anwendung beider Mittel (nach Fenoglio) hat wenig Nachahmung gefunden.

Neben diesen beiden hauptsächlich wirksamen Abtreibungsmitteln kommen alle übrigen, in älterer und neuerer Zeit empfohlenen bei der Ankylostomiasis nur wenig in Betracht. Die Einwirkung des Santonin auf die Würmer ist eine so geringe, daß nur selten ihr Abgang beobachtet wurde. Verschiedene Drastica (Gummigutti usw.) haben sich ebenfalls nicht als empfehlenswert erwiesen; dasselbe gilt von Extractum tanaceti.

Chloroform, zuerst in Amerika, sodann auch in England und Frankreich gebräuchlich, wurde in neuerer Zeit in größeren Dosen in der Bonner Klinik (Gräser[1])) gegen Bandwurm mit Erfolg verordnet (Chlorof. 4 g, Olei croton. gutt. l., Glyzerin 30 g

[1]) Gräser, Deutsche mediz. Wochenschr. 1893, Nr. 41.



auf einmal zu nehmen). Bei den Ankylostomen versagt es nach Leichtensterns[1]) Erfahrungen gänzlich; bei Verabfolgung größerer Gaben sind übrigens auch Schwächezustände, bei einem vierjährigen Kinde nach Genuß von 3 g sogar der Tod beobachtet worden (Hirsch[2])). In Deutschland ist das Chloroform aus der Reihe der brauchbaren Wurmmittel gestrichen trotz der wiederholten Empfehlung durch Carratù[3]). In Lüttich wird es dagegen wie schon erwähnt, in Verbindung mit Farnkrautextrakt angewandt; Herman (Mons) verwendet es in Verbindung mit Eukalyptusöl — Ol. Eucalypt. 2 g, Chloroform. 3 g, Ol. Ricin. 40 g —, angeblich mit gutem Erfolge. Auch von Phillips[4]) (Cairo) wird diese Mischung als wirksam, ungefährlich und nicht unangenehm für die Kranken empfohlen; er gibt etwas größere — Ol. Eucalypt. 2,5 g, Chloroform. 3,5 g —, bei Kindern entsprechend kleinere Mengen. Weitere Erfahrungen hierüber liegen noch nicht vor.

Nach Alkoholgenuß hat man mitunter einzelne Ankylostomen im Kot gefunden, auch haben schon ältere Forscher und neuerdings Dieminger darauf aufmerksam gemacht, daß die Würmer durch Alkohol in ihrer Lebenstätigkeit beeinflußt werden. Als wirksames Abtreibungsmittel hat der Alkohol sich jedoch nicht bewährt. Ebenso ungünstig spricht sich Lutz über die von ihm nachgeprüften brasilianischen Volksmittel, die Milchsäfte der Carica dodecaphylla und Ficus doliaria, sowie über das aus letzteren gewonnene Doliarin aus. Löbker, dem während der Dauer der Wurmkrankheit im rheinisch-westfälischen Bergbaurevier von den verschiedensten Seiten, teils aus Mitgefühl, teils aus Geschäftsrücksichten, eine so große Anzahl anderer geheimer oder bekannter Mittel zum Versuch angeboten oder zugesandt worden sind, daß eine Nachprüfung aller gar nicht möglich war, gibt an, daß nicht ein einziges der vertrauenswürdigeren die Probe bestanden hat; für die allgemeine Anwendung kommen einstweilen nur die beiden zuerst aufgeführten Abtreibungsmittel, das Farnkrautextrakt und das Thymol, in Betracht, die sich trotz der unangenehmen Nebenwirkungen und trotz der in vereinzelten Fällen aufgetretenen Gefahr für Leben und Gesundheit auch durchaus bewährt haben.

Es darf jedoch nicht unerwähnt bleiben, daß der tüchtige Kenner der Ankylostomiasis Goldman[5]) (Brennberg) in neuester Zeit aus einer nicht mehr gebräuchlichen Droge, die im Orient als Wurmmittel gebraucht wird, ein Extrakt hat herstellen lassen, das nach seiner Meinung „ohne irgend eine toxische Nebenwirkung den sichersten Erfolg bei der Abtreibung nicht bloß der Ankylostomen, sondern aller Darmparasiten verbürgt". Auf der Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte zu Meran (1905) hat Goldman die Zusammensetzung des Mittels — von ihm Taeniol genannt — bekannt gegeben. Durch ein besonderes Extraktionsverfahren und durch fraktionierte Destillation wird aus einer Reihe von Myrsinaceen der wurmtötende Stoff (Sebirol) gewonnen, der mit Dithymolsalicylat als Abtreibungsmittel gereicht wird. Um das Sebirol vor der Gerinnung durch den sauren Magensaft zu schützen,

---

[1]) Leichtenstern, Therap. d. Gegenwart 1899, Seite 399 ff. — [2]) Hirch, Zeitschr. f. klin. Mediz. 1894, Band 24, Seite 190. — [3]) Carratù, Giorn. Med. 1897 Nr. 8 und 9, 1903 Nr. 3—5. — [4]) Phillips. The Journ. of Tropic. Medic. 1905, Nr. 23. — [5]) Goldman, Heilmittel-Revue 1904, Nr. 10.

wird ihm Terpentinöl und Rizinusöl zugesetzt. Bei Erwachsenen soll 1,5 g Sebirol, 5 g Thymolsalicylat, je 1,5 g Terpentinöl und Rizinusöl, bei Kindern eine entsprechend kleinere Gabe verabfolgt werden. Eine gründliche Darmentleerung soll die Kur einleiten.

Goldman hat das Mittel bei 2500 Abtreibungskuren benutzt und gibt an, daß auch Malvoz (Lüttich), Liermberger (Levico) und Lambert (Anzin) mit ihm günstige Erfolge erzielt haben. Von den Knappschaftsärzten im rheinisch-westfälischen Reviere lauten dagegen die Nachrichten über die Wirksamkeit des Taeniols nicht günstig. Einem Berichte Lindemanns, des jetzigen Oberarztes des Allgemeinen Knappschaftsvereins zu Bochum, an den Vorstand dieses Vereins ist folgendes zu entnehmen: „Bei den ersten Versuchen im Elisabeth-Hospital zu Bochum (Nagel) wurde bei etwa 50 Kranken ein befriedigender Erfolg nicht erzielt. Die Nachprüfung erfolgte sodann ungefähr gleichzeitig im Elisabeth-Hospital (Perzina), in der Baracke auf der Zeche Julia (Müller) und in der Baracke Oberhausen (Dehnert). Zunächst ist zu bemerken, daß viele Patienten über den schlechten Geschmack und über tagelang anhaltendes unangenehmes Aufstoßen nach der Darreichung des Mittels klagten, angeblich auch von Schwindelgefühl nach dem Einnehmen belästigt wurden. Objektiv nachweisbare krankhafte Störungen als Folge des Mittels wurden nicht beobachtet. Die Wirksamkeit des Mittels beurteilte Müller anfangs günstig, indem er glaubte, durch Taeniol bei 20 Fällen 17 Heilungen erzielt zu haben. Bei 11 von diesen fanden sich jedoch bei einer alsbald vorgenommenen Nachuntersuchung sofort, bei 2 weiteren bei der zweiten oder dritten Untersuchung Wurmeier im Stuhlgang. Außerdem wurde noch in 20 Fällen im Elisabeth-Hospital das Taeniol in Anwendung gezogen. Der Erfolg war in den meisten Fällen negativ, so daß eine Nachkur mit anderen Wurmmitteln folgen mußte. In der Baracke Oberhausen wurden 25 Mann mit Taeniol behandelt; abgetriebene Würmer wurden trotz sorgfältiger Prüfung in den Abgängen nicht gefunden. Bei 7 Patienten wurden 3 Tage nach der Kur wieder Wurmeier in den Stuhlgängen nachgewiesen. Diese wurden gleich einer Nachkur mit Farnkrautextrakt unterzogen.“ Lindemann schließt diesen Bericht mit den Worten: „Nach diesen Ergebnissen kann es keinem Zweifel unterliegen, daß die Wirksamkeit des Taeniols die Wirksamkeit anderer Wurmmittel wie Farnkrautextrakt, Thymol usw. nicht übertrifft und daß das Mittel eine Bevorzugung nicht verdient.“

Will man den Erfolg einer Abtreibungskur zuverlässig feststellen, so müssen sämtliche Stuhlentleerungen nach der Darreichung des Mittels auf einem geeigneten Siebe gehörig verdünnt werden. In den ersten Abgängen findet man aus leicht erklärlichen Gründen meist keine Würmer, sie werden vielmehr erst etwas später und zwar fast immer in einem oder doch nur wenigen aufeinander folgenden Stühlen ausgestoßen. Ein negatives Ergebnis am Tage der Abtreibungskur selbst ist daher nicht immer maßgebend, vielmehr erfolgt die Austreibung mitunter erst am folgenden oder am zweiten Tage, wenn die lähmende oder tötende Einwirkung des Mittels auf die Parasiten nur langsamer eintrat. Durch sorgfältiges Sammeln der abgetriebenen Würmer hat Leichtenstern die bemerkenswerte Tatsache festgestellt, daß die Weibchen häufig zuerst und in einer viel größeren Zahl abgehen, als die Männchen. Diese hat man dagegen in größerer Zahl gefunden, wenn die Abtreibungskur zufällig in eine Be-

gattungsperiode fiel. Die größere Widerstandsfähigkeit der Männchen glaubt Leichtenstern durch das geringe Volumen und die infolgedessen verstecktere Lage der fadenförmigen Männchen zwischen den Darmfalten, sowie möglicherweise auch durch ihre größere Widerstandsfähigkeit gegen das Gift erklären zu sollen. Erweisen sich doch die Weibchen auch beim Tode des Kranken weniger lange lebensfähig als die Männchen. Bei länger dauernder Infektion werden überhaupt mehr Weibchen als Männchen gefunden, da die letzteren infolge ihres lebhaften Ortswechsels im Darm während der Begattungszeit leichter der Gefahr der spontanen Ausstoßung ausgesetzt sind, als die viel seßhafteren Weibchen, und vermutlich auch eine viel kürzere Lebenszeit als diese haben.

Aber selbst wenn eine große Anzahl Würmer in den Abgängen enthalten ist, kann man auf ihre völlige Austreibung nicht sogleich rechnen. Hierzu bedarf es weiterer Feststellungen. In der Mehrzahl der Fälle gelingt es zwar, durch eine einmalige Kur den Wurmkranken von den Parasiten ganz oder doch nahezu ganz zu befreien; es war jedoch schon den älteren Forschern und namentlich Leichtenstern nicht unbekannt geblieben, daß nicht jede Kur mit einem durchgreifenden Erfolge, daß manche sogar mit einem völligen Mißerfolge abschloß. Dies gilt in gleicher Weise für das Farnkrautextrakt wie für das Thymol. Der Erfolg einer Abtreibungskur muß daher in jedem Falle durch nachfolgende mikroskopische Untersuchung des Kotes auf Wurmeier nachgeprüft werden. In den ersten Tagen nach einer erfolgreichen Abtreibung findet man naturgemäß meistens keine Eier im Kot; nur der Unkundige schließt daraus, daß alle Parasiten beseitigt sind. Untersucht man aber nach ein bis zwei oder mehreren Wochen, oder noch später den Kot von neuem, so findet man doch noch in einer nicht unerheblichen Zahl der Fälle wiederum die charakteristischen Eier mitunter sogar in großer Menge, selbst wenn der betreffende Wurmbehaftete inzwischen einer neuen Infektion nicht ausgesetzt gewesen sein kann. In solchen Fällen muß man annehmen, daß ein Teil der Würmer im Darm zurückgeblieben und durch die Giftwirkung in seiner Lebenstätigkeit zeitweilig so geschwächt worden ist, daß die Ovulation bei den Weibchen unterbrochen wurde. Haben sich sodann die Parasiten wieder hinreichend erholt, so beginnt auch wieder die Ausstoßung von befruchteten Eiern. Tenholt vertritt dem gegenüber neuerdings die Anschauung, daß durch die Abtreibungskuren ein katarrhalisches Sekret von der Darmschleimhaut abgesondert werde, in dem die Eier abgetötet und zerstört oder doch bis zur Unkenntlichkeit verändert würden. Ist dieser Darmkatarrh beseitigt, so würden die unveränderten Eier wieder aufgefunden. Ob diese oder jene oder beide Anschauungen zutreffend sind, mag dahin gestellt bleiben, jedenfalls bedarf es bei dem erneuten Nachweise von Eiern im Kot einer Wiederholung der Abtreibungskur zur Erzielung eines vollständigen Erfolges, nicht selten muß sie noch mehrfach wiederholt werden. In solchen Fällen dürfte es sich auch besonders empfehlen, von dem einen auf das andere Abtreibungsmittel überzugehen.

Zur sicheren Beurteilung des Heilerfolges sind abgesehen von der Kotuntersuchung, unmittelbar nach Abschluß der Kur etwa drei Wochen später an drei aufeinander folgenden Tagen mehrere (mindestens drei) mikroskopische Präparate auf das Vorhanden-

sein von Wurmeiern zu untersuchen; erst danach kann der Untersuchte für „wurmfrei“ erklärt werden. Begreiflicherweise ereignen sich bei der Feststellung des Kurerfolges manchmal Versehen, namentlich wenn es sich um große Mengen von Wurmbehafteten handelt, wie es zeitweise in Rheinland und Westfalen der Fall war, wo außerdem ein ständiges Fluktuieren der Bergarbeiter stattfindet.

Als Ursachen der Mißerfolge können verschiedene Umstände einwirken. In manchen Fällen kann die Beschaffenheit des Farnkrautextraktes mangelhaft sein, in anderen ist die Kur nicht ordnungsgemäß durchgeführt, sei es, daß der Kranke das Mittel aus Widerwillen gar nicht oder doch nicht in der erforderlichen Menge eingenommen hat (um dies zu vermeiden, soll das Einnehmen in Gegenwart des Arztes geschehen) oder es wieder erbrochen hat, sei es, daß das Abführmittel verabfolgt wurde, bevor das Wurmmittel genügend einwirken konnte. Lutz hat darauf aufmerksam gemacht, daß viele Abtreibungskuren dadurch mißlingen, daß die Tiere oft von zähem Schleim umhüllt und so vor der Berührung mit dem ihnen verderblichen Mittel geschützt sind, was namentlich für die kleineren Männchen zutreffe. Diese Ansicht wurde auch von Leichtenstern, und wird jetzt von Löbker vertreten.

Nun beobachtete aber schon Leichtenstern[1]) besonders häufig Mißerfolge in den frischen Fällen von Ankylostomiasis, jedenfalls weitaus häufiger als in den älteren. Seinem Berichte nach handelte es sich teilweise um Fälle, „wo die Infektion sicher nachweisbar erst vor 4—8 Wochen stattgefunden hatte und wo die noch nicht ausgewachsenen Würmer durch eine ganz auffallende Kleinheit und Dünnheit ausgezeichnet waren; gerade in diesen Fällen habe ich oft zwei- und dreimal und noch öfter die besten Anthelmintica in den größtmöglichen Dosen reichen müssen, um zum gewünschten Ziele zu gelangen“. Zur Erklärung dieser überraschenden Tatsache fügt er hinzu: „Da nun aber wohl nicht anzunehmen ist, daß die kleinen Würmer fester der Schleimhaut adhärieren oder mehr Lebensfähigkeit besitzen, als die einige Wochen und Monate älteren und ausgewachseneren, so liegt kein vernünftiger Grund vor, die Ursache des häufigen Mißlingens der Kuren gerade in den frischen Fällen von Ankylostomiasis auf andere Ursachen zurückzuführen, als eben auf das wesentlich geringere Volumen der noch nicht ausgewachsenen jüngeren Würmer.“ Hierdurch wird ihre versteckte Lage zwischen den Falten der Darmschleimhaut bedingt, so daß sie vor der Einwirkung des Abtreibungsmittels geschützt sind. Es stimmt damit die Beobachtung im rheinisch-westfälischen Kohlenrevier überein, daß die Abtreibungskuren sich bei denjenigen Wurmbehafteten besonders schwierig und weniger erfolgreich erwiesen, die keinerlei Anzeichen einer Erkrankung darbieten. Tenholt hat dies besonders betont, glaubt aber zur Erklärung hinweisen zu sollen auf die „klinische Erfahrung, daß kranken Leuten, besonders solchen, die an Nierenleiden, Leberleiden usw. darniederliegen, wenn sie zufällig Eingeweidewürmer beherbergen, diese Würmer oft von selbst abgehen“.

Über die im rheinisch-westfälischen Kohlenrevier erzielten Kurerfolge genaue statistische Zahlen anzugeben, ist bei der schon erwähnten starken Fluktuation der Bergarbeiter sehr schwer. Tenholt teilt in dem Gesundheitsberichte des Knapp-

[1]) Leichtenstern, Deutsche med. Wochenschr. 1887, Nr. 26.

schaftsvereins zu Bochum für das Jahr 1903[1]) mit, daß bei 41,6 % der Fälle wiederholte Kuren in Anwendung gezogen werden mußten. Hierunter waren 9 %, bei denen unzweifelhaft die Kur erfolglos gewesen war, da sich innerhalb 6 Wochen nach der voraufgegangenen Kur wieder Eier im Kote zeigten. Bei den übrigen blieb es fraglich, ob es sich um erfolglose Kuren, oder um erneute Infektion gehandelt habe. Tenholt glaubte aber Grund für die Annahme zu haben, daß von jenen 41,6 % wohl 30 %, vielleicht noch mehr auf nicht vollständige Kuren zurückzuführen seien, da Neuansteckungen dank der seitens der Grubenbesitzer geschaffenen Maßnahmen nur noch selten vorkämen. Für das Jahr 1904 stellte auch Tenholt erheblich günstigere Zahlen fest. Es wurden im ganzen 10202 Wurmbehaftete behandelt, von denen nur 4,6 % Zeichen von Blutarmut aufwiesen. 25,82 % davon mußten einer wiederholten Abtreibungskur unterzogen werden und zwar wurden

2 mal	behandelt	18,58 %
3 „	„	5,15 %
4 „	„	1,49 %
5 „	„	0,51 %
6 „	„	0,06 %
7 „	„	0,03 %.

Tenholt führt die günstigeren Erfolge auf die Verwendung eines nur von einer Firma bezogenen, reinsten, frisch bereiteten Farnkrautextraktes zurück[2]).

Löbker hält jedoch dieses aus einer Sammelstatistik gewonnene Ergebnis für weniger beweiskräftig als die in den Wurmbaracken, in denen ausschließlich Wurmbehaftete behandelt werden, von den Ärzten erzielten Ergebnisse. Von diesen hat Perner 1123 von ihm Behandelte neunmal in den Jahren 1903 und 1904 nachuntersucht. Nur einmal wurden behandelt 691, je einmal in den beiden Jahren 205, je dreimal in dieser Zeit 150. Bei sechs- bis achtmaliger späterer Nachuntersuchung erwiesen sich diese 1046 Leute als „wurmfrei". Von dem Rest (77 Fälle) mußten 59 viermal, 12 fünfmal und 6 sechsmal der Kur unterzogen werden. 20 von ihnen entleerten im Kot auch bei 3 Nachuntersuchungen keine Eier mehr, waren also inzwischen geheilt. Von den 1123 waren mithin 57 = 5,1 % trotz vier- bis sechsmaliger Kur von den Würmern nicht völlig befreit.

Fickermann behandelte in einem Jahre 534, von denen 86 mehr als einmal in die Baracke aufgenommen wurden. Das Ergebnis ist aus folgender Tabelle ersichtlich:

1 mal	behandelt	wurden	448 =	83,90 %
2 „	„	„	59 =	11,05 %
3 „	„	„	16 =	3,00 %
4 „	„	„	9 =	1,69 %
5 „	„	„	2 =	0,37 %

Bei eingehenden späteren Nachuntersuchungen konnte er 95 % Heilungen feststellen.

[1]) Verwaltungsbericht für das Jahr 1903, 1. Teil, Seite 89. — [2]) Desgl. für das Jahr 1904, 1. Teil, Seite 107.

Laplanche behandelte in den Jahren 1903 und 1904 1648 Wurmbehaftete, von denen sich 400 einer mehrfachen Kur unterziehen mußten = 24,27 % und zwar

einer	1 maligen	Wiederholung	293 = 17,78 %	der	Behandelten,
„	2 „	„	73 = 4,43 %	„	„ ,
„	3 „	„	19 = 1,15 %	„	„ ,
„	4 „	„	7 = 0,42 %	„	„ ,
„	5 „	„	6 = 0,36 %	„	„ ,
„	6 „	„	1 = 0,06 %	„	„ ,
„	7 „	„	1 = 0,06 %	„	„ .

Auch konnte Laplanche eine wesentliche Verminderung der Kurwiederholungen im Jahre 1904 (16,25 %) gegen das Jahr 1903 (30,5 %) feststellen. Nur 2 Wurmbehaftete hielt er für unzugänglich den Abtreibungskuren, also 0,3 %.

Müller behandelte im Jahre 1904 398 Wurmbehaftete, von denen 274 durch einmalige Kur befreit wurden; zweimal behandelt wurden 50, dreimal 10, viermal 2. Die Nachuntersuchungen der Wurmbehafteten von der einen in Betracht kommenden Zeche ergaben 0,8 %, der von der anderen Zeche 1,47 % Ungeheilte.

Von ganz besonderer Wichtigkeit sind die Ergebnisse Diemingers bei denjenigen Bergleuten, die nach der Behandlung in seiner Baracke auf einer seuchenfreien Zeche arbeiteten, bei denen also eine Neuansteckung auf der Arbeitsstelle ausgeschlossen war. 204 Wurmbehaftete wurden von ihm nach Entlassung aus der letzten Kur drei- bis neunmal mit je 4 Wochen Pause einer Nachuntersuchung unterzogen. Von diesen hatten

eine	1 malige	Kur	durchgemacht	119 = 58,33 %
„	2 „	„	„	41 = 20,10 %
„	3 „	„	„	27 = 13,24 %
„	4 „	„	„	11 = 5,39 %
„	5 „	„	„	2 = 0,98 %
„	6 „	„	„	4 = 1,96 %.

Sämtliche 204 Leute waren frei von Ankylostomen.

Nach solchen Ergebnissen darf man mit den Erfolgen der Abtreibungskuren durchaus zufrieden sein. Sie ist zwar für den Wurmbehafteten mit manchen Unannehmlichkeiten, für den Arzt mit vielen Widerwärtigkeiten verbunden, sie erfordert oft große Geduld und Sorgfalt von beiden, wird dann aber auch mit wenigen Ausnahmefällen mit dem besten Erfolge belohnt.

Nach erfolgreicher völliger Abtreibung der Würmer ist bei allen Fällen, die keinerlei Krankheitserscheinungen darboten, die Aufgabe des Arztes — abgesehen von seiner Tätigkeit auf dem Gebiete der Prophylaxe — im wesentlichen erfüllt. Dem Patienten genügen meist einige Erholungstage, um eine etwaige Schwächung durch die Kur zu überwinden; es empfiehlt sich jedoch in jedem Falle durch die mikroskopische Blutuntersuchung festzustellen, daß wesentliche Veränderungen des Blutes nicht bestehen, anderenfalls müßte eine verlängerte Enthaltung von schweren Arbeiten platzgreifen. Aber auch in den meisten Fällen von selbst schwerer Blutarmut tritt nach völliger Beseitigung der Ursache in überraschend kurzer Zeit völlige Genesung

ein, vorausgesetzt, daß die Blutarmut nicht zu lange bestanden hat und noch keine Zeichen eines Schwächezustandes hervorgetreten sind. In Fällen der letzteren Art muß die Schonung bei der Arbeit selbstverständlich länger dauern. Ob die Darreichung von Eisenpräparaten die Zeit der Rekonvaleszenz wesentlich abkürzen kann, steht trotz der reichlichen Verwendung dieser Mittel nicht fest; ein Versuch ist jedenfalls statthaft. Für viel wichtiger wird von manchen Ärzten in diesen Fällen eine ordentliche diätetische Nachkur gehalten zur Hebung des allgemeinen Ernährungszustandes, bei mißlichen hygienischen Wohnungsverhältnissen, wenn möglich, die Aufnahme in ein Genesungsheim. Die Diätvorschriften müssen dem einzelnen Falle angepaßt werden. Je schwerer der Fall war, desto größere Achtsamkeit ist auf die Vermeidung einer Neuansteckung auf der Arbeitsstelle zu verwenden. Es empfiehlt sich daher, solche Leute nicht in der Grube zu beschäftigen, sondern bis zur völligen Genesung über Tage, wo die Gefahr der erneuten Infektion ausgeschlossen ist.

Auch die schwersten Erscheinungen der Krankheit, besonders die der allgemeinen Stauung in der Blutzirkulation schwinden nach der Abtreibung der Würmer oft bei allgemeiner diätetischer Nachbehandlung ganz von selbst, so daß auch in der Mehrzahl dieser Fälle völlige Wiederherstellung der Gesundheit erzielt wird. Lutz legt hierbei großen Wert auf die Anwendung von Digitalis (Pulv. fol. Digit. 0,15 g vier- bis sechsmal täglich); er will damit so gute Erfolge erzielt haben, daß er sogar empfiehlt, in den schwersten Fällen von Wassersucht und Siechtum zunächst diese sekundären Erscheinungen möglichst durch Digitalis rückgängig zu machen und dann erst die Abtreibungskur folgen zu lassen.

Schließlich ist noch die Frage zu erörtern, wie man sich denjenigen Ausnahmefällen gegenüber verhalten soll, bei denen es trotz mehrfacher Wiederholung der Abtreibungskur nicht gelungen ist, die Würmer zu beseitigen. Die Beantwortung dieser Frage ist vom rein ärztlichen Standpunkt unschwer zu geben; viel schwieriger gestaltet sie sich dagegen in wirtschaftlicher Beziehung, namentlich wenn es sich um Masseninfektionen in der Belegschaft eines großen Werkes handelt, welches nicht stillgelegt werden darf.

Da die Abtreibungskur keineswegs ganz gefahrlos ist, erscheint es nicht zulässig, sie, wenn ein befriedigender Erfolg noch nicht eingetreten ist, unausgesetzt zu wiederholen. Sie ist vielmehr entweder zeitweilig oder in den schlimmsten Fällen für absehbare Zeit ganz abzubrechen, bevor der Wurmbehaftete durch sie geschädigt wird. Es muß jedoch verlangt werden, daß ein ungeheilter Wurmbehafteter, der nach wie vor in seinem Kote befruchtete, entwicklungsfähige Wurmeier ablegt, die Grube nicht befahren darf, damit er nicht neuen Infektionsstoff in sie hineinbringt. Ist doch die Sanierung der Grube die wichtigste Aufgabe der Hygiene im Kampfe gegen die Wurmkrankheit. Aber für den betreffenden Wurmbehafteten selbst ist es von der größten Wichtigkeit, daß er, dessen Heilung sich einstweilen oder dauernd unüberwindliche Schwierigkeiten gegenüberstellen, wenigstens vor der Gefahr der beständigen Neuansteckung bewahrt wird. Er darf deshalb auch im eigenen Interesse zu einer verseuchten Arbeitsstelle nicht zugelassen werden. Es steht aber nichts im Wege, daß derartige Leute über Tage leichte Arbeiten verrichten, wenn ihr sonstiger Gesund-

heitszustand dies gestattet, da in unserem Klima in den meisten Betrieben über Tage die Entstehung von Infektionsherden ausgeschlossen ist. In Brennberg hatte man schon frühzeitig die Erfahrung gemacht, daß kranke Wurmbehaftete, bei denen eine völlige Abtreibung der Parasiten nicht gelungen war, sich allmählich von selbst erholten, wenn sie auf eine andere nicht verseuchte Grube verlegt wurden, auf der sie sogar unter Tage arbeiteten. Man benutzte infolgedessen diese Verlegung planmäßig zu Kurzwecken mit gutem Erfolge. Ein solches Verfahren ist unter Umständen durchaus zweckmäßig, der Erfolg auch leicht erklärlich, da ja allmählich eine Selbstheilung durch Absterben der Würmer eintreten kann, falls Neuinfektionen nicht stattfinden. In den rheinisch-westfälischen Gruben ist das Verfahren jedoch nicht verwendbar, da es bisher nicht möglich ist, bestimmte Gruben als ganz oder in einzelnen Abbauen immun zu bezeichnen. Die Fernhaltung der Wurmbehafteten aus der Grube wird daher einstweilen streng durchzuführen sein.

Diese nicht geheilten Wurmbehafteten bedürfen außerdem der dauernden ärztlichen Überwachung, damit eine Verschlimmerung ihres Zustandes frühzeitig entdeckt und den Verhältnissen entsprechend behandelt werden kann. Von Zeit zu Zeit ist ferner zu prüfen, ob sich nicht doch ein erneuter Abtreibungsversuch bei ihnen empfiehlt, denn die Erfahrung hat gelehrt, daß die Abtreibung bei älteren Krankheitsfällen viel aussichtsvoller ist, als bei solchen frischer Infektion.

Fünfter Abschnitt.

Die Maßnahmen zur Bekämpfung der Ankylostomiasis.

Während den einzelnen von der Ankylostomiasis befallenen Menschen eine geeignete Behandlung von seiner Krankheit befreit, müssen die Maßregeln zur Bekämpfung der Krankheit als solcher darauf gerichtet sein, die Krankheitsursachen zu beseitigen oder doch solche Zustände zu schaffen, daß neue Ansteckungen nach Möglichkeit ausgeschlossen werden.

Es ist bereits betont worden, daß in Deutschland die natürlichen klimatischen Bedingungen nur ausnahmsweise eine Entwicklung der Ankylostomeneier zu eingekapselten Larven, d. h. zu derjenigen Form ermöglichen, durch welche allein eine Ansteckung erfolgen kann. Solche Bedingungen finden sich hier im wesentlichen nur in Bergwerken und zwar lediglich dort, wo die für die Entwicklung der Eier nötige Temperatur und Feuchtigkeit vorhanden sind; die weiteren Erfordernisse: Lichtabschluß und Sauerstoffzutritt sind in Bergwerken stets gegeben. Die tatsächlichen Erfahrungen im rheinisch-westfälischen Kohlenrevier haben dies durchaus bestätigt.

Die Krankheit zeigte sich am meisten verbreitet auf denjenigen Zechen, welche an vielen Punkten eine Temperatur von etwa 25—28° C aufweisen, während Zechen, deren Temperaturen nicht über 18—20° C hinausgehen, nicht oder doch nur in geringem Maße befallen wurden; auch für die einzelnen Teile der Zechen hat sich feststellen lassen, daß fast regelmäßig die wärmeren stärker befallen sind als die

kälteren. Von nicht unerheblichem Einfluß auf die Temperaturverhältnisse in der Grube ist die Luftzuführung vom Tage her (Bewetterung), durch die namentlich in den mit dem Wetterschachte in unmittelbarer Verbindung stehenden Grubenteilen in der Regel eine wesentliche Abkühlung erreicht wird. Man hat sich denn auch schon dieses Mittels bedient, um die Temperatur so weit herabzusetzen, daß durch sie die Entwicklung der Ankylostomenlarven unmöglich gemacht oder doch nicht in gleichem Maße wie vorher begünstigt wird. So ist z. B. auf der Zeche Graf Schwerin, die ja anscheinend den Ausgangspunkt und den eigentlichen Herd der Ankylostomiasis für den Oberbergamtsbezirk Dortmund gebildet hat, im Interesse einer wirksameren Bekämpfung ein neuer Luftschacht abgeteuft worden; man hofft dadurch in einem großen Teile der Grube die Temperatur um etwa 6 bis 7 Grad herabzusetzen.

Hinsichtlich des Einflusses der Feuchtigkeitsverhältnisse steht fest, daß völlige Trockenheit die Larven in kurzer Zeit zum Absterben bringt und daß auch reichliche Wassermengen ihre Entwicklung ungünstig beeinflussen, da sie die den jungen Larven zu ihrem Wachstum nötigen Nährstoffe zu stark verdünnen. Einen recht günstigen Nährboden bilden dagegen nach Versuchen von Bruns verdünnte menschliche Fäkalien, besonders dann, wenn auf 1 Teil etwa die 10—100fache Menge Wasser kommt und diese Mischung eine dünne Schicht bildet. Es haben sich denn auch die Zechen mit starker natürlicher Feuchtigkeit durchweg mehr befallen erwiesen als die trockneren.

Zu einer Vermehrung der Feuchtigkeit hat auf vielen Gruben auch die durch die oberbergamtliche Verordnung zur Beseitigung der Kohlenstaubexplosionen eingeführte Befeuchtung des Kohlenstaubes durch Berieselung beigetragen, und es ist wiederholt, so besonders von Tenholt, die Ansicht ausgesprochen, daß zwischen der Einführung dieser Berieselung und dem plötzlichen Anwachsen der festgestellten Fälle von Wurmkrankheit im Jahre 1901 ein ursächlicher Zusammenhang bestehe.

Nach den Ermittlungen des Knappschaftsvereins zu Bochum wurden nämlich festgestellt:

im Jahre 1896	auf 16	Zechen	107	Krankheitsfälle	= 0,64 ‰	der Belegschaft,
„ „ 1897	„ 32	„	113	„	= 0,62 ‰	„ „
„ „ 1898	„ 24	„	99	„	= 0,49 ‰	„ „
„ „ 1899	„ 27	„	94	„	= 0,44 ‰	„ „
„ „ 1900	„ 42	„	275	„	= 1,17 ‰	„ „
„ „ 1901	„ 65	„	1030	„	= 4,06 ‰	„ „
„ „ 1902	„ 69	„	1355	„	= 5,29 ‰	„ „ .

(bis 1. Oktober 1902)

Die Berieselung war auf einem großen Teil der Zechen etwa in den Jahren 1898/1900 allmählich zur Einführung gekommen. Zeitlich trifft also die Einführung der Berieselung mit dem Bekanntwerden zahlreicherer Ankylostomiasisfälle zusammen.

Besonders auffallend ist die plötzliche Zunahme der ermittelten Fälle nach der Abnahme in den Jahren 1897 bis 1899. Ob aber in der Tat in diesen Jahren eine Abnahme erfolgt ist, wie die Statistik angibt, ist sehr zweifelhaft, da damals nur solche Leute als wurmverdächtig ausgemustert und sodann auf Wurmkrankheit untersucht wurden, die sich bei den ärztlichen Revisionen durch blasses Aussehen auszeich-

neten. Außerdem aber hängt die Zahl der in den einzelnen Jahren aufgefundenen Wurmbehafteten auch davon ab, wie viele Revisionen auf den einzelnen Gruben, und namentlich auf den verseuchten Gruben vorgenommen sind.

Es kann daher als fraglich gelten, ob die Zunahme in den Jahren 1901 und 1902 nach Einführung der Berieselung eine so starke und plötzliche war, wie es nach der Statistik den Anschein hat. Vielmehr ist es wahrscheinlich, daß bereits vorher eine andauernde langsame Zunahme der Ankylostomiasisfälle stattgefunden hat, indem die Parasiten allmählich von Grube zu Grube, begünstigt durch den lebhaften Belegschaftswechsel, verschleppt worden sind. Daß die Krankheit sich nicht gleich im Aussehen der von ihr Befallenen kenntlich gemacht hat, kann bei der Eigenart ihrer Erscheinungsweise nicht verwunderlich sein.

Löbker und Bruns sind der Ansicht, daß die Abnahme in den Jahren 1898 und 1899 nur scheinbar gewesen und daß eine plötzliche Ausbreitung der Krankheit als Folge der Kohlenstaubberieselung keineswegs erwiesen ist. Man ist jedoch auch nicht berechtigt, der Berieselung jeden Einfluß auf die Zunahme der Ankylostomiasis abzusprechen. Bruns hat durch eingehende Versuche auf der Zeche Shamrock I/II Aufklärung darüber zu schaffen versucht.

In einer Strecke dieser Zeche wurden an 2 Stellen nebeneinander, die eine dauernde Temperatur von 27° zeigten, Kotproben ausgesetzt. Die in der Richtung des Wetterstromes vorn gelegene Stelle wurde nicht berieselt, während in der dahinterliegenden Strecke die vorschriftsmäßige Berieselung beibehalten wurde. Bei den täglich entnommenen Proben wurde bestimmt, 1. wieviel Wasser sie in Prozent ausgedrückt besaßen, 2. ob sich die Eier an Ort und Stelle entwickelt hatten oder noch entwicklungsfähig waren. Die Ergebnisse waren folgende:

a) Trocken gehaltene Strecke: Bei Beginn betrug die Feuchtigkeit der Proben etwa 80 %, in ihnen fanden sich reichlich Eier in frischem Stadium, die gut entwicklungsfähig waren; nach 10 Tagen war die Feuchtigkeit der Proben auf etwa 40 % heruntergegangen, die Eier körnig zerfallen und nicht mehr entwicklungsfähig.

b) Berieselte Strecke: Die Proben verhielten sich bei Beginn des Versuchs wie unter a; nach 3 Wochen war der Feuchtigkeitsgehalt immer noch etwa 70 %, erst nach 2 Monaten etwa auf 40 bis 45 % heruntergegangen. Nach etwa 3 Wochen fanden sich in der Strecke selbst eingekapselte Larven, die während der ganzen Dauer der Beobachtungszeit (etwa 2 Monate) lebend erhalten werden konnten. Auch in dieser letzteren Strecke war eine gewisse Eintrocknung erfolgt, aber sehr viel langsamer, als in dem ersten Versuch; sie war jedoch nicht groß genug gewesen, um die Entwicklung der Eier zu verhindern.

Bei einem weiteren Versuche wurde die Strecke, in der die Eier ausgesetzt waren, nicht berieselt, während in der davor gelegenen Abteilung sehr reichlich Wasser versprengt wurde, so daß also die durchströmende Luft stets annähernd mit Feuchtigkeit gesättigt war; dabei waren die Eintrocknungserscheinungen ebenfalls verhältnismäßig gering, nach etwa 17 bis 21 Tagen waren auch hier eingekapselte Larven zu finden. Man wird daraus schließen, daß an gewissen Stellen schon die natürliche Feuchtigkeit genügt, um die Eier zur Entwicklung zu bringen; an anderen Stellen aber, die vielleicht gerade nicht mehr so viel Feuchtigkeit haben, um den Eiern eine Entwicklung zu ermöglichen, vermag vielleicht die durch die Berieselung erzielte Vermehrung der Feuchtigkeit gerade noch eine Entwicklung zustande kommen zu lassen.

Durch Einstellung der Berieselung eine Besserung herbeizuführen, wurde auf mehreren Zechen versucht, doch ohne besonderen Erfolg[1]). So ist auf der Zeche Holland in Wattenscheid das Ergebnis so gering gewesen, daß der Besitzer der Zeche

---

[1]) Verhandlungen, betr. die Maßregeln zur Bekämpfung der Wurmkrankheit (Ankylostomiasis), Konferenz vom 5. Dezember 1903. Seite 48.



sich veranlaßt gesehen hat, seinen früheren Antrag auf Befreiung von der Berieselungspflicht zurückzuziehen. Etwas günstigere Ergebnisse sind nach Angabe des Direktors Lüthgen auf der Zeche Julia bei Baukau erzielt worden[1]). Von den beiden benachbart gelegenen Zechen Julia und von der Heydt, die ungefähr hinsichtlich der Belegschaft, ihrer Wurmverseuchung und ihrer geologischen Beschaffenheit ziemlich gleiche Verhältnisse darboten, wurde auf Julia die Berieselung eingestellt, auf von der Heydt beibehalten. Nachdem 9 Durchmusterungen der Belegschaft vorgenommen waren, ergab sich auf Julia noch ein Prozentsatz von 0,90 Wurmbehafteten, auf von der Heydt von 1,5. Auch sollen die noch wurmbehafteten Leute von Julia weniger Wurmeier aufgewiesen haben, als diejenigen der Zeche von der Heydt. Neuansteckungen sollen auf der Zeche Julia in der von der Berieselungseinstellung beeinflußten Zeit nicht vorgekommen sein.

Auf der Zeche Shamrock I/II wurde unter Mitwirkung von Bruns ein weiterer Versuch im großen so angestellt, daß 2 ganze Grubenreviere annähernd ein ganzes Jahr von der Berieselungspflicht befreit wurden. Hieran war jedoch wegen der Gefahr einer Kohlenstaubexplosion die wirtschaftlich nachteilige Bedingung geknüpft, daß nur dann in den betreffenden Revieren geschossen werden durfte, wenn zuvor 3 Minuten lang die ganze Schußstelle und ihre Umgebung durch einen sogenannten „Wasserschleier“ ganz feucht gehalten wurde. Es ergab sich, daß in den beiden Revieren die Luftfeuchtigkeit bis zu einem gewissen Grade abgenommen hatte; schon nach einigen Monaten trat in ihnen eine so starke Staubbildung auf, daß der zuständige Bergrevierbeamte sich veranlaßt sah, die Fortschaffung des trockenen Kohlenstaubes anzuordnen, während in den übrigen Revieren eine derartige Trockenheit nicht beobachtet wurde. Jedoch war an anderen Stellen dieser beiden Reviere selbst gegen das Ende dieser „Abtrocknungsperiode“ immer noch feuchter Schlamm aufzufinden. Die Leute, die in diesen beiden Revieren arbeiteten, zeigten bei Beginn des Abtrocknungsversuchs, als der Durchschnitt der ganzen Zeche 17,18 % Wurmbehaftete ergeben hatte, 31,95 % und 28,19 % Wurmbehaftete. Nachdem der Versuch etwa 4 Monate gedauert hatte, wiesen beide Reviere immer noch wesentlich höhere Zahlen auf, als der Durchschnitt der Zeche. Am Ende der 11 ½ monatlichen Periode der Abtrocknung ergab der Durchschnitt der ganzen Zeche 2,61 % Wurmbehaftete, während in diesen beiden Revieren noch 8,51 % und 2,61 % vorhanden waren. Auf den ersten Blick scheint das Ergebnis mit den vorher geschilderten Versuchen nicht ganz übereinzustimmen. Es kommen dabei eben die eigenartigen örtlichen Verhältnisse in Betracht, unter denen die Versuche unternommen werden wie z. B. die natürliche Feuchtigkeit und sonstige Beschaffenheit des Nebengesteins und des Untergrundes, der Staubgehalt der Kohle, die Menge, die Temperatur und die Feuchtigkeit des einziehenden Luftstromes, die Lagerung der Strecke. Alles dieses sind Umstände, die auf der Wirkung der Berieselung und ihrer Einstellung von Einfluß sind. Besonders interessant ist in dieser Beziehung die Zeche Hansa im Bezirk Dortmund. Diese Zeche zeichnet sich durch hohe Temperaturen (bis 28°) aus, auf ihr findet eine sehr starke Berieselung statt, sie liegt in nächster Nachbarschaft einer

[1]) Glückauf 1905, Seite 365.

Anzahl verseuchter Zechen und unterhält mit diesen regen Belegschaftswechsel; trotzdem ist die Zeche in keiner Weise verseucht, auch bei wiederholten Belegschaftsuntersuchungen ist kein einziger Mann aufgefunden, von dem angenommen werden mußte, daß er sich seine Infektion auf der Zeche selbst erworben hätte. Die Zeche selbst ist so trocken, ihre Kohle so stark stäubend, daß selbst die starke Berieselung nicht die genügende Feuchtigkeit für die Entwicklung der Larven bewirkt.

Die geschilderten Versuche und Erfahrungen lassen erkennen, wie schwierig die an sich einfach erscheinende Beurteilung des Einflusses der Berieselung ist. Man wird hiernach weder behaupten können, daß die Berieselung gar keinen Einfluß gehabt hat, noch auch, daß sie von großem Einfluß gewesen ist; ebensowenig kann die Einstellung der Berieselung als ein Mittel von ausschlaggebender Bedeutung für die Bekämpfung der Krankheit angesehen werden.

Bedenkt man außerdem, daß die Berieselung einen gewaltigen Fortschritt in technischer Beziehung darstellt, daß ihr in allererster Linie es zu verdanken ist, daß die großen Massenunglücksfälle infolge Entzündung des Kohlenstaubes vermieden werden, so wird sich schwerlich ein Hygieniker finden, der gegenüber einer vielleicht zu erwartenden Verringerung der Ansteckungsgefahr die Verantwortung dafür auf sich nimmt, daß durch das gänzliche Einstellen der Kohlenstaubberieselung die Gefahr der Kohlenstaubexplosionen wieder ständig droht. Es wird wohl dauernd mit der Notwendigkeit der Berieselung gerechnet werden müssen; die Maßnahmen werden eben so zu treffen sein, daß auch ohne Einstellung der Berieselung die Bekämpfung der Ankylostomiasis ermöglicht wird. Die Erfahrungen der letzten Jahre haben gezeigt, daß dies ausführbar ist.

Einige weitere Ursachen, die für eine größere oder geringere Verseuchungsmöglichkeit einer Zeche in Betracht kommen, beruhen in der besonderen Beschaffenheit der Zeche; in dieser Beziehung ist es z. B. von Bedeutung, ob auf der Zeche ein Rieselwasser vorhanden ist, das bei dauernder Besprengung die Larven zu vernichten imstande ist. Auf manchen Zechen enthält das aus dem Mergel gewonnene Wasser mehr oder weniger erhebliche Beimengungen von Kochsalz, gelegentlich bis zu 5—8 %. Durch Untersuchungen ist aber festgestellt, daß ein stärkerer Kochsalzgehalt Eier und Larven abtötet, daß beispielsweise in 5 %iger Kochsalzlösung Eier sich nicht zu entwickeln vermögen, und daß Larven nach einigen Stunden abgestorben sind (vergl. S. 446 ff.); auch die weiter unten geschilderten Desinfektionsversuche mit Kochsalzlösungen, sowie besonders die Tatsache, daß gerade gewisse Zechen, die stärkere Kochsalzmengen in dem zum Berieseln dienenden Wasser besitzen, nicht oder nur in geringem Maße verseucht sind, sprechen durchaus dafür, daß das Vorhandensein einer stärkeren Sole die Disposition der Zeche für die Wurmkrankheit herabsetzt. Die Berieselung findet deshalb dort, wo natürliches kochsalzhaltiges Grubenwasser vorhanden ist, zweckmäßig mit diesem statt, sofern das Wasser auch den allgemeinen hygienischen Anforderungen entspricht.

Von besonderer Wichtigkeit aber ist natürlich für eine Zeche, wie groß die Gefahr einer Ansteckung ist. Daß die Disposition einer Zeche für sich allein nie und nimmer eine Verseuchung hervorruft, ist ohne weiteres klar; es muß immer eine Ansteckung von außen dazu kommen, dadurch, daß ein oder mehrere erkrankte Ar-

beiter auf einer vorher freien, aber zur Verseuchung veranlagten Zeche Arbeit finden und ihre mit den Krankheitserregern behafteten Abgänge an die Stellen des Bergwerks bringen, wo die Entwicklung der im Kot ausgeschiedenen Eier zu eingekapselten Larven möglich ist und vor sich geht.

Die Geschichte der Ankylostomiasis macht es wahrscheinlich, daß diese Plage auch in das rheinisch-westfälische Kohlenrevier ursprünglich von außen hineingetragen worden ist. Es ist anzunehmen, daß es sich dabei nicht um eine einmalige, zeitlich und örtlich begrenzte Einschleppung gehandelt hat; der Infektionsstoff wird vielmehr durch den beständigen Zuzug wurmbehafteter Arbeiter aus dem Auslande immer von neuem in die Gruben jenes Bezirkes hineingetragen worden sein.

Mit Recht haben daher, besonders zu jener Zeit, als die Verseuchung der einheimischen Zechen noch nicht voll bekannt war, die behördlichen Maßnahmen in erster Linie darauf hingezielt, den Zuzug wurmbehafteter Bergleute aus dem Auslande zu verhindern. Daß dieser Zuzug und damit auch die von ihm drohende Gefahr erheblich war, geht z. B. daraus hervor, daß in der Zeit vom 1. Januar bis 30. September 1897 auf Ruhrzechen 372 ungarische Arbeiter angelegt worden sind[1]); schon damals hat das Oberbergamt in Dortmund dem Knappschaftsvorstande empfohlen, die einwandernden Arbeiter peinlichst auf Wurmkrankheit hin untersuchen zu lassen. Ein gemeinschaftlicher Erlaß der Minister für Handel und Gewerbe und der Geistlichen, Unterrichts- und Medizinal-Angelegenheiten vom 24. Dezember 1897 machte die Zulassung der aus gewissen ungarischen und belgischen Revieren zuziehenden Arbeiter von vorhergehenden Kotuntersuchungen abhängig; ein zweiter Ministerialerlaß vom 4. April 1900 ordnete die Abschiebung aller aus Belgien, Ungarn und Siebenbürgen zugewanderten Bergarbeiter an und ließ die Beschäftigung ausländischer Arbeiter nur ausnahmsweise unter besonderen Vorsichtsmaßregeln zu.

Entsprechende Anordnungen über die Fernhaltung ausländischer und aus verseuchten Gegenden zuziehender Arbeiter sind auch in den übrigen Bundesstaaten, in denen Bergbau betrieben wird, getroffen worden: in Bayern durch die Entschließung des Königlichen Staatsministeriums des Innern vom 29. Mai 1903, in Sachsen durch bergpolizeiliche Verfügung vom 21. Februar 1903, in Anhalt durch Verfügung vom 16. Oktober 1903, in Elsaß-Lothringen durch Anordnung des Bergmeisters zu Saargemünd vom 22. Juni 1903; in den meisten vorstehenden wie auch in den sonst noch erlassenen entsprechenden Vorschriften ist nicht nur die Anlegung fremdländischer, sondern aller zuziehenden Bergleute von dem Nachweise der Wurmfreiheit durch ärztliche Untersuchung abhängig gemacht, teilweise außerdem noch angeordnet, daß solche Arbeiter bei Anlegung längere Zeit über Tage zu beschäftigen und zu beobachten sind.

Je mehr aber auf den einheimischen Zechen die Krankheit an Boden gewann, umsomehr mußte die Gefahr, die von den auswärtigen Wurmbehafteten ausging, an Bedeutung zurücktreten gegenüber der Gefahr, die von einheimischen Bergleuten drohte. In dieser Beziehung herrschen gerade im Oberbergamtsbezirk Dortmund Verhältnisse, welche die Verbreitung der Krankheit sehr zu fördern geeignet sind; der Wechsel der Belegschaft von einer Zeche zur andern ist ein überaus lebhafter. Es kamen z. B. in den Belegschaften des Oberbergamts Dortmund auf je 100 Mann

[1]) Siehe Verhandlungen, betr. Maßregeln zur Bekämpfung der im Oberbergamtsbezirke Dortmund herrschenden Wurmkrankheit. Konferenz am 4. April 1903. Seite 13.

im Jahre	1899	im Durchschnitt	63	Zugänge	und	51	Abgänge,
„ „	1900	„ „	68	„	„	52	„
„ „	1901	„ „	54	„	„	47	„
„ „	1902	„ „	48	„	„	44	„
„ „	1903	„ „	58	„	„	48	„ [1]).

Gerade auch auf einigen besonders stark verseuchten Zechen war die Zahl der zur Abkehr kommenden Leute eine sehr hohe; auf der Zeche Erin, bei der im Jahre 1903 die mikroskopische Untersuchung 74,5 % Wurmbehaftete zeigte, waren in den Jahren 1899: 624 Mann, 1900: 721 Mann und 1901: 613 Mann zur Abkehr gelangt, um größtenteils auf anderen Zechen wiederum Arbeit zu finden. Auf der Zeche Graf Schwerin, die nach den mikroskopischen Untersuchungen 1903: 66,1 % Wurmbehaftete zeigte, verließen 1899: 720 Mann, 1900: 655 Mann und 1901: 768 Mann die Arbeit. Diese Beispiele mögen zeigen, wie sehr gerade der starke Wechsel der Belegschaften geeignet ist, den Infektionsstoff weiter zu verschleppen. Jeder Arbeiter aber, der in seinem Kote die Wurmeier ausscheidet und seinen Kot nicht in den Abtrittskübel, sondern an Stellen, wo gearbeitet wird oder wo Menschen verkehren, entleert, kann auf einer disponierten Zeche die Ursache zu einem neuen Krankheitsherd und sodann zu einer schweren Verseuchung der gesamten Belegschaft werden. Es ist dabei von geringem Belang, ob es sich um bereits „wurmkranke" Personen, d. h. um solche handelt, die infolge ihrer Ankylostomiasis schon objektive und subjektive Krankheitserscheinungen, besonders die der Blutarmut zeigen, oder um „Wurmträger", d. h. um solche, bei denen Krankheitserscheinungen noch nicht zutage treten; die Gefahr ist lediglich abhängig von den Infektionsmöglichkeiten, die der Wurmbehaftete bietet, d. h. abhängig von der Zahl der von ihm abgesetzten Eier und von der Zeit, während welcher von ihm Eier ausgeschieden werden. Dies bedeutet, daß nicht der Nachweis von bereits bestehenden Krankheitserscheinungen, sondern nur der Nachweis, daß er Eier im Kote ausscheidet, der Umstand sein muß, auf den hin seine größere oder geringere Gefährlichkeit für seine Mitarbeiter zu bemessen ist.

Daß ein mit nur ganz wenigen Wurmeiern versetzter Kot nicht so viele Infektionsstoffe enthält, wie ein mit Wurmeiern stark durchsetzter, steht außer Zweifel. Aber selbst wenn man annimmt, daß zwischen der Gefährlichkeit eines „Wurmkranken" und eines „Wurmträgers" ein gradueller Unterschied besteht, so kommt er für das rheinisch-westfälische Kohlenrevier schon deshalb weniger in Betracht, weil die Anzahl der Wurmträger diejenige der Wurmkranken um ein Vielfaches übersteigt — die Zahl der blutarmen Wurmkranken wird auf etwa 10 % der Gesamtzahl geschätzt — und somit den Ansteckungsstoff viel weiter zu verbreiten in der Lage ist, als die geringere Zahl der Wurmkranken, von denen jeder einzelne vielleicht mehr Eier, d. h. mehr Infektionsmaterial abscheidet. Die etwas größere oder geringere Menge der Eier fällt eben weit weniger ins Gewicht als gerade der Umstand, ob sie Bedingungen finden, die ihnen eine Entwicklung ermöglichen. Überdies ist von Leichtenstern festgestellt,

[1]) Siehe Seite 16 der Verhandlungen der Konferenz vom 4. April 1903; die letzten beiden Angaben sind den Verwaltungsberichten des Allgemeinen Knappschaftsvereins zu Bochum für die beiden Jahre entnommen.



daß jeder weibliche Wurm durchschnittlich 6000—8000 Eier täglich hervorbringt, mithin schon der einzelne Kot eines Wurmträgers tausende von Eiern enthalten kann. Es ist deshalb schon ein einzelner Wurmträger imstande, auf einer disponierten Zeche eine Ansteckung der dort beschäftigten Leute herbeizuführen. Unter diesen Umständen ist es unzulässig, hinsichtlich der Maßregeln zur Verhütung von Ansteckungen einen Unterschied zwischen „Wurmkranken“ und „Wurmträgern“ zu machen. Dies geschah früher jedoch insofern, als nur diejenigen Leute der Untersuchung auf Wurmkrankheit und bei positivem Befunde der Behandlung zugeführt wurden, welche bei den von Zeit zu Zeit abgehaltenen ärztlichen Besichtigungen Krankheitszeichen (besonders die der Blutarmut) darboten, während die nicht sichtlich kranken Wurmträger unentdeckt und unbehandelt blieben. In den Sitzungen des vom allgemeinen Knappschaftsverein zu Bochum einberufenen Ausschusses zur Bekämpfung der Wurmkrankheit, an welchen außer Vertretern der Bergbehörden und Werkbesitzer auch Löbker, Tenholt und Bruns teilnahmen, hat letzterer besonders auf die Wichtigkeit dieses Punktes hingewiesen und als erforderlich bezeichnet, alle unter Tage beschäftigten Bergleute, auch die nicht krank erscheinenden, der Untersuchung auf Wurmkrankheit zu unterziehen. Der Ausschuß trat in seinen Beschlüssen dieser Forderung bei und empfahl under anderem, die Anlegung neuer Arbeiter stets von einer genauen ärztlichen Untersuchung abhängig zu machen und Wurmbehaftete unter keinen Umständen anzulegen.

Wie berechtigt die vorgeschlagene Änderung des Untersuchungsverfahrens war, stellte sich alsbald heraus, als auf einigen besonders befallenen Zechen danach verfahren wurde. Die unerwartet große Zahl Wurmbehafteter erwies zur Genüge, daß nur durch die Ausdehnung der Untersuchungen über den Kreis der sichtlich Kranken hinaus das Haupterfordernis der Bekämpfung einer jeden übertragbaren Krankheit, die Feststellung ihres Umfanges und die Aufdeckung der Ansteckungsquellen, erfüllt werden kann.

Nachdem die unter dem Vorsitz des Königl. Preußischen Ministers für Handel und Gewerbe am 4. April 1903 zu Berlin abgehaltene Konferenz sich in gleichem Sinne ausgesprochen hatte, wurde durch die Bergpolizeiverordnung vom 13. Juli 1903[1]) für den Bezirk des Oberbergamtes Dortmund, soweit er die Regierungsbezirke Arnsberg und Düsseldorf, sowie die Kreise Recklinghausen und Lüdinghausen des Regierungsbezirks Münster umfaßt, angeordnet, daß auf allen im Betriebe befindlichen Steinkohlenbergwerken mindestens 20 % der unterirdischen Belegschaften in besonders vorgeschriebener Weise ärztlich auf Ankylostomiasis untersucht werden sollten; außerdem wurde allgemein die Zulassung zur Arbeit unter Tage davon abhängig gemacht, daß eine nicht länger als 2 Wochen zurückliegende Untersuchung die Wurmfreiheit bestätige; auch wurde eine Wiederholung dieser Untersuchung in der 6. Woche vorgeschrieben. Wurmbehaftet befundene Personen sollten unter Tage nicht eher wieder beschäftigt werden, als bis sie sich als wurmfrei erwiesen hatten; eine Ausnahme war nur für die selbständigen Schachtanlagen vor-

[1]) Siehe Anhang Seite 521.

gesehen, auf denen die Zahl der zu gleicher Zeit von der Beschäftigung unter Tage ausgeschlossenen Arbeiter mehr als 15 % der unterirdischen Belegschaft betrug, auf denen mithin die Aufrechthaltung des Betriebes in Frage gestellt wurde und wo die Ankylostomiasis schon eine solche Ausbreitung erreicht hatte, daß von der völligen Fernhaltung aller ermittelten Wurmbehafteten eine erhebliche Besserung des Zustandes zunächst nicht zu erwarten war.

Den Besitzern derjenigen Schachtanlagen, auf denen durch die Stichprobenmusterung oder in sonstiger Weise festgestellt war, daß sie durch die Ankylostomiasis gefährdet waren, wurde sodann durch besondere bergpolizeiliche Anordnungen eine ständige, sich regelmäßig wiederholende Untersuchung der ganzen unterirdischen Belegschaft auferlegt, soweit sie nicht bereits von selbst die erforderlichen Maßregeln getroffen hatten[1]).

Die genaue Durchführung der Untersuchungen in Verbindung mit der Behandlung der wurmbehaftet Befundenen und ihrer Fernhaltung von der Arbeit unter Tage bis zum Nachweise der Wurmfreiheit stellt die wichtigste von allen Bekämpfungsmaßregeln dar.

Daß die Ausführung so zahlreicher Untersuchungen überhaupt möglich ist, hatte sich bereits auf der Zeche Shamrock I/II ergeben, welche auf Veranlassung von Bruns durch den Grubendirektor G. A. Meyer für einen dahingehenden Versuch zur Verfügung gestellt war. Es war dort zunächst eine Abortanlage hergestellt, die es ermöglichte, unter Berücksichtigung des Schamgefühls der Bergleute die Kotabgabe unter der Kontrolle eines Beamten der Zeche zu bewerkstelligen. Gleichzeitig mit der Kotabgabe erfolgte eine genaue Personenfeststellung des betreffenden Mannes, um eine Verwechslung der Personen und der Proben zu vermeiden. Um den Bergleuten in ausgiebigster Weise Gelegenheit zur Abgabe von Kotproben zu geben, wurde täglich dreimal je 2 Stunden und zwar morgens beim Einfahren der Morgenschicht, mittags beim Wechsel der Morgen- und Nachmittagsschicht und abends beim Wechsel der Nachmittags- und Nachtschicht diese Einrichtung und das Personal der Zeche zur Verfügung gestellt. Anfangs wurde vielfach, besonders von auswärtigen Besuchern dieser Anlage, die Befürchtung ausgesprochen, daß bei den Arbeitern selbst das Verfahren auf erheblichen Widerstand stoßen werde; doch hat sie sich, mit Ausnahme ganz vereinzelter Fälle, nirgends bestätigt. Dem Einwande, daß ein Mensch nicht nach Erfordern täglich zu bestimmter Stunde seinen Stuhlgang abgeben kann, wurde dadurch Rechnung getragen, daß man für die verlangte Stuhlabgabe den Arbeitern die nächsten 3 Tage nach erfolgter Aufforderung freistellte. Die Durchführung dieser Untersuchungen ist ohne Strafmaßregel und ohne Anwendung eines wirtschaftlichen Druckes möglich gewesen. Es ist dies dem verständnisvollen Zusammenwirken der Zechenverwaltungen und der Arbeiterschaft zu danken, indem erstere alles aufbot, um den Arbeitern und dem Werke selbst die Durchführung möglichst zu erleichtern, und indem letztere sich in anerkennenswertem Verständnis dieser zu ihrem eigenen Wohle erlassenen Maßregel fast ohne Ausnahme willig fügte. Die ersten Untersuchungen

[1]) Siehe Anhang Seite 523.

auf der Zeche Shamrock I/II wurden Ende November 1902 ausgeführt. Zunächst kamen die Beamten der Zeche an die Reihe, etwa 70 an der Zahl, und es stellte sich heraus, daß ungefähr 50 % unter ihnen bei der ersten mikroskopischen Untersuchung als wurmbehaftet befunden wurden, während bis dahin bei sämtlichen Ausmusterungen nach dem Augenschein in den früheren Jahren unter ihnen nur 14 bis 20 % als wurmkrank erkannt worden waren. Natürlich schlüpfen bei einer einmaligen mikroskopischen Untersuchung immer einige Wurmträger durch, ohne erkannt zu werden; doch läßt sich, wenn hinreichende Einrichtungen und genug Ärzte zur Verfügung stehen, diese Untersuchung beliebig wiederholen und dadurch nach und nach erreichen, daß bei den weiteren mikroskopischen Untersuchungen sämtliche Wurmbehaftete ermittelt werden. Die vollständige Durchführung der Untersuchung auf der Zeche Shamrock I/II ergab, daß von der 2223 Mann starken unterirdischen Belegschaft 803 Mann oder 36,1 % sich als wurmbehaftet erwiesen. Demgegenüber waren im ganzen letzten Jahre durch Ausmusterung der blutarmen Leute nur 238 Wurmkranke ermittelt worden. Schon gleich nach Beginn der Untersuchungen schritt die Zeche, entsprechend einem Vorschlage von Löbker, zur Einrichtung einer mikroskopischen Untersuchungsstation und einer Baracke, in der die Wurmbehafteten behandelt wurden.

Nach dem Bekanntwerden dieser Ergebnisse wurde eine gleiche Untersuchungsstation und Behandlungsbaracke auf Veranlassung des Bergwerksdirektors, Bergassessors Lüthgen, auf der Zeche Julia errichtet. Auf dieser Zeche waren vorher im ganzen nur 12 Mann als wurmbehaftet erkannt worden. Man nahm infolgedessen an, daß sie nur wenig oder gar nicht verseucht wäre. Durch die Mitte Januar 1903 begonnene erste mikroskopische Untersuchung der Belegschaft wurden jedoch 228 Mann oder 19,5 % der durchschnittlich 1200 Mann starken Gesamtbelegschaft als wurmbehaftet erkannt. Es folgte sodann auf Veranlassung des Bergwerksdirektors Bingel die Zeche Erin, bei der die erste Untersuchung 1011 Mann oder 74,5 % als wurmbehaftet feststellte. Weitere Untersuchungen wurden darauf auf den übrigen Zechen der Gelsenkirchener Bergwerksaktiengesellschaft vorgenommen.

Die praktische Durchführbarkeit war damit erwiesen, und man kam nun allmählich dazu, die Maßregel allgemein einzuführen. Bis zum Oktober 1903 waren auf allen Zechen des Bezirks die Stichprobenmusterungen, auf vielen auch schon Durchmusterungen der gesamten Belegschaft vollendet. Unter Zugrundelegung der durchschnittlichen Belegschaftszahl für das zweite Vierteljahr 1903 war das Ergebnis in den einzelnen Bergrevieren (nach Umrechnung der Zahlen für die prozentische Untersuchung folgendes)[1]) (siehe Tabelle Seite 493).

Völlig der Wirklichkeit entsprechende Zahlen enthält diese Statistik jedoch nicht, weil selbst bei der mikroskopischen Untersuchung immer noch ein gewisser Teil der Wurmkranken der Feststellung entgeht. Dies liegt im wesentlichen daran, daß jedesmal nur ganz geringe Mengen des Kotes (wenige mg) zur Untersuchung kommen können. Nach mehrfachen Versuchen schätzt Bruns die Zahl der bei einmaliger Untersuchung unerkannt bleibenden Wurmbehafteten auf etwa 10 bis 25 %, doch

---

[1]) Deutscher Reichsanzeiger Nr. 259 vom 3. November 1903.

Name des Bergreviers	Zahl der untersuchten unterirdisch beschäftigten Bergleute	Zahl der Wurmbehafteten absolut	Zahl der Wurmbehafteten in Prozenten der unterirdischen Belegschaften
Hamm	812	30	3,7
Dortmund I	12 398	195	1,6
Dortmund II	13 976	435	3,1
Dortmund III	13 874	3 882	28,0
Ost-Recklinghausen	11 223	1 126	10,0
West-Recklinghausen	11 780	275	2,3
Witten	9 240	372	4,0
Hattingen	8 207	512	6,2
Süd-Bochum	9 411	874	9,3
Nord-Bochum	10 711	2 359	22,0
Herne	12 785	2 373	18,6
Gelsenkirchen	10 603	516	4,9
Wattenscheid	12 987	1 301	10,0
Ost-Essen	10 917	157	1,4
West-Essen	11 098	256	2,3
Süd-Essen	8 378	1 197	14,3
Werden	1 316	210	16,0
Oberhausen	19 014	1 091	5,7
insgesamt	188 730	17 161	9,09

st sie je nach der Sorgfalt, mit der der einzelne Arzt untersucht, je nach seiner Übung, und ferner je nach der Beschaffenheit des Kotes verschieden. In diarrhöischem Kote z. B. sind die Eier weniger leicht als in festem zu finden.

Es mag deshalb auch an dieser Stelle auf den schon früher (Seite 459) erwähnten Vorschlag der beiden englischen Forscher Boykott und Haldane eingegangen werden, eine Blutuntersuchung an Stelle der Kotuntersuchung zur Feststellung der Ankylostomiasis zu verwenden. Diese beiden Forscher schreiben der Kotuntersuchung folgende Nachteile zu: 1. die Abgabe der Kotproben unter Aufsicht ist für die Bergarbeiter mit Unannehmlichkeiten verknüpft; 2. die Untersuchung ist nicht sicher und vermag daher nicht immer sämtliche Wurmbehaftete zu ermitteln; 3. bei der Kotabgabe können Täuschungen und Verwechslungen vorkommen und zu unrichtigen Untersuchungsergebnissen führen. Die Blutuntersuchung soll nun in der Weise ausgeführt werden, daß von einer großen Anzahl von Bergleuten je ein Tropfen Blut entnommen wird; das Blut soll in einem mikroskopischen Präparat nach einem bestimmten Verfahren gefärbt und in ihm das Zahlenverhältnis der eosinophilen Leukozyten zu den gesamten Leukozyten bestimmt werden. Wenn viele Bergleute vorhanden sind, bei denen die Zahl der eosinophilen Leukozyten den gewöhnlichen Prozentgehalt von 2 bis 5 % überschreitet, so soll die Zeche als verseucht gelten.

Um die Brauchbarkeit dieses Verfahrens zu prüfen, sind unter Leitung von Bruns im Sommer 1904 bei etwa 500 Bergleuten solche Blutuntersuchungen ausgeführt worden. Das Ergebnis war folgendes:

Bei etwa 85 % der wurmbehafteten Bergleute war eine Vermehrung der eosinophilen Leukozyten nachzuweisen, bei den übrigen 15 % nicht. Dagegen fanden

sich sehr viel mehr Leute, bei denen die Blutuntersuchung positiv ausfiel, während die Kotuntersuchung zu gleicher Zeit stets negativ verlief. Dies waren entweder Leute, bei denen aus anderen Gründen diese Blutveränderung aufgetreten war, oder auch solche, die früher mit Ankylostomen behaftet, inzwischen aber von sämtlichen Würmern befreit waren. Es stellte sich nämlich heraus, daß diese Blutveränderung nicht gleich nach der Abtreibung der Würmer zurückgeht, sondern durchschnittlich noch etwa ein halbes bis zu einem ganzen Jahre bestehen bleibt und erst allmählich ausgeglichen wird. Bruns hält deshalb die Blutuntersuchung als Massenuntersuchung für unbrauchbar. Es kommt hinzu, daß dieselbe Vermehrung der eosinophilen Blutzellen noch bei einer ganzen Anzahl anderer Krankheiten vorkommt, z. B. bei gewissen Hautkrankheiten, bei anderweitigen Wurmkrankheiten, bei mancher Form von Asthma. Dieser Umstand nimmt der Blutuntersuchung ebenfalls sehr viel von ihrem Wert, während der Nachweis der Ankylostomeneier die Diagnose sicherstellt.

Der Nachweis der Ankylostomeneier ist für den geübten Arzt keineswegs besonders schwierig; Verwechselungen kommen allerdings gelegentlich vor, lassen sich aber bei genügender Sorgfalt und hinreichender Sachkenntnis nahezu vermeiden. Demgegenüber ist die Blutuntersuchung viel umständlicher und zeitraubender und kann von den praktischen Ärzten weniger leicht ausgeführt werden. In Einzelfällen mag die Blutuntersuchung oft gute Dienste leisten; sie ist jedoch nur in der Lage, einen Verdacht auf Ankylostomiasis zu begründen oder einen etwa bestehenden zu verstärken. Die wirkliche Entscheidung ist nur durch die Kotuntersuchung herbeizuführen, die durch den Nachweis der Eier die Diagnose sichert.

Die Ankylostomiasis findet ihre Verbreitung lediglich durch den Kot der von der Krankheit befallenen Menschen. Die früher gelegentlich geäußerte Anschauung, nach der auch Tiere, vornehmlich Pferde und Hunde, von der Wurmkrankheit befallen werden und zur Verbreitung der Krankheit beitragen können, darf heute als endgültig erledigt gelten. Es hat sich aller Wahrscheinlichkeit nach um Verwechselungen mit ähnlichen Parasiten (Sclerostoma equinum und Ankylostoma caninum) gehandelt. Außer einigen menschenähnlichen Affen (Gibbon), über deren Ankylostomenarten die Forschungen aber noch nicht abgeschlossen sind, ist keine Tierart bekannt, bei der das Vorkommen des Ankylostoma hominis sicher gestellt, oder eine experimentelle Überimpfung geglückt ist. Es kommen also für die Verbreitung und die Bekämpfung der Krankheit Tiere, die etwa in den Gruben vorhanden sind, nicht in Betracht. Zweifellos würde deshalb die Krankheit von selbst zum Verschwinden gebracht werden, wenn man erreichen könnte, daß die Bergleute ihren Kot ausschließlich entweder in Abortanlagen über Tage oder in den unter Tage aufgestellten Abortkübeln absetzten und daß dieser Kot von dort aus unschädlich beseitigt würde. Aber auch in diesem Falle würde die Abnahme nur eine ganz allmähliche sein, weil die im menschlichen Körper vorhandenen Würmer eine ganze Reihe von Jahren fortleben, ehe sie absterben.

Eine zweckmäßige Fäkalienbeseitigung ist, ebenso wie bei den übrigen Infektionskrankheiten, deren Erreger durch den Kot verbreitet werden (Typhus, Ruhr, Cholera), auch bei der Wurmkrankheit von der größten Wichtigkeit. Es muß mit

allen Mitteln verhindert werden, daß die Bergleute, wie es früher vielfach geschah, ihren Kot anderswohin, als in die zur Aufnahme bestimmten Kübel absetzen. Namentlich in früheren Jahren, ehe man sich so genau wie jetzt über die Gefährlichkeit der menschlichen Fäkalien klar war, herrschte bei den Bergleuten vielfach die Angewohnheit, daß sie ihren Kot in den sogenannten „alten Mann" (d. h. diejenigen Strecken, die ausgebeutet sind und nicht mehr zur Kohlenförderung dienen) oder in die Wasserseigen oder auch in weniger benutzte Förderstrecken absetzten. Vielfach war daran früher wohl auch der Umstand schuld, daß man aus Unkenntnis der Wichtigkeit des Gegenstandes nicht für eine genügende Zahl und zweckmäßige Beschaffenheit der Abortkübel Sorge getragen hatte.

Das Auftreten der Ankylostomiasis unter den auf der Zeche Graf Schwerin beschäftigten Bergleuten gab bereits im Jahre 1896 der zuständigen Bergbehörde Veranlassung, für diese Zeche anzuordnen, daß die Entleerung des Kotes nur in die aufgestellten Aborte zu erfolgen habe; der Grubenverwaltung wurde gleichzeitig die Aufstellung von Aborten in bestimmter Zahl und Anordnung und von vorgeschriebener Beschaffenheit, sowie ihre dauernde Instandhaltung auferlegt[1]). Entsprechende Vorschriften für den ganzen Bezirk des Oberbergamts Dortmund sind in Abschnitt III der sogenannten Gesundheitspolizeiverordnung vom 12. März 1900 enthalten[2]). Es ist dort angeordnet, daß auf jedem Bergwerk über und unter Tage für die zweckmäßige Aufstellung einer dem Bedürfnis genügenden Anzahl von Aborten Sorge zu tragen ist. Unter Tage sollen sich Aborte befinden bei allen Schachtfüllörtern, ferner in den Hauptförderstrecken bei denjenigen Punkten, wo die Zusammenstellung der Züge stattfindet, sodann in jeder Bauabteilung an einer geeigneten Stelle und außerdem an allen Punkten, wo nach der Bestimmung des Bergrevierbeamten die Einrichtung von Aborten notwendig ist. Die Abortgefäße sollen undurchlässig, mit Deckel versehen und transportabel sein; ihre Entleerung hat nur über Tage in besonders dazu eingerichteten Gruben stattzufinden. Die Aborte sind stets sauber und gebrauchsfähig und in möglichst geruchlosem Zustande zu erhalten; ihre Verunreinigung ist verboten, ebenso die Ablage des Kotes an anderen Stellen als auf den Aborten. Denjenigen Gruben, auf denen durch die Stichprobenuntersuchung das Vorhandensein der Ankylostomiasis festgestellt war, wurden sodann noch weitergehende Vorschriften hinsichtlich der Beschaffenheit der Kübel, ihrer Reinigung und Desinfektion auferlegt, von denen weiterhin die Rede sein wird.

Wenn es möglich gewesen wäre, durch die strenge Durchführung dieser Verordnungen jede Verschmutzung der Arbeitsstellen und Förderstrecken zu verhindern, so hätte schon dadurch die Krankheit längst wesentlich abnehmen müssen. Daß dies nicht in der gewünschten Weise erfolgte, wird begreiflich, wenn man bedenkt, daß schon die Größe der Grubenstrecken eine wirksame Beaufsichtigung sehr erschwert, daß oft kilometerweit Arbeiter von anderen getrennt im Dunkeln arbeiten müssen, daß ferner die große Ausdehnung der Grubenräume sogar bei Beschaffung von noch so zahlreichen Abortkübeln einen weiten, oft erst mühsam durch Hinauf- oder Hinab-

---

[1]) Bergpolizeiliche Anordnung vom 14. Juli 1896. — [2]) Siehe Anhang Seite 519.

klettern auf Leitern zurückzulegenden Weg bis zum nächsten Abort erfordert, auch daß endlich der Eintritt von Diarrhöen gelegentlich den besten Willen, den Kübel zu benutzen, vereitelt. Das Ziel, die Grube von Fäkalien vollständig freizuhalten, wird deshalb nur in Ausnahmefällen sich erreichen lassen. Trotz der Strafen, die seitens der Zechenverwaltungen oder selbst der Gerichte verhängt sind (Entlassungen von der Grube und Geldstrafen), werden immer wieder gelegentlich derartige Verunreinigungen entdeckt. Um diesen Übertretungen nach Möglichkeit vorzubeugen, hat das Oberbergamt Dortmund die Revierbeamten wiederholt angewiesen, von der ihnen durch die Verordnung vom 12. März 1900 erteilten Befugnis hinsichtlich der weiteren Einrichtung von Aborten möglichst ausgiebigen Gebrauch zu machen. Ein Teil der Grubenverwaltungen ist jedoch freiwillig über diese Verordnungen weit hinausgegangen; so hat die Gelsenkirchener Bergwerksgesellschaft angeordnet, daß die Entfernung von einem Betriebspunkte bis zum nächsten Abortkübel nicht mehr als 200 m und davon höchstens 50 m im Fallen betragen dürfe, daß im allgemeinen auf jedem Bremsberg für je 3 Örter 1 Kübel vorhanden sein müsse. Auf den der Bergwerksgesellschaft Hibernia gehörigen Zechen soll die Entfernung von der Arbeitsstelle bis zum Kübel in längstens 5 Minuten zurückgelegt werden können. Von 228 im Betriebe befindlichen Zechen im Oberbergamtsbezirk Dortmund hatten Anfang 1905 60, d. s. 26,3 %, eine so große Zahl von Aborten unter Tage, daß auf je 3 bis 6 Mann der unterirdischen Belegschaft 1 Abort kam; auf weiteren 133 entfiel 1 Abort auf je 7 bis 12 Mann.

Vorschriften über die Einrichtung, Instandhaltung und Benutzung von Abortanlagen bestehen auch in den übrigen bergbautreibenden Bezirken des deutschen Reichsgebietes. Für die Oberbergamtsbezirke Breslau und Halle sind sie z. B. in den Allgemeinen Bergpolizeiverordnungen vom 18. Januar 1900 und 7. März 1903 enthalten; doch waren die Oberbergämter bereits durch den Ministerialerlaß vom 24. Dezember 1897 angewiesen, streng darauf zu halten, daß die Bergleute unter und über Tage zur Entleerung ihrer Exkremente nur die Aborte oder die aufgestellten Kübel benutzen, jede Beschmutzung der Schächte aber sorgfältig vermeiden. Im Königreich Sachsen sind die Abortanlagen in den von dem Bergamte zu Freiburg unterm 30. März 1904 zusammengestellten „Grundsätzen für die bergbehördliche Aufsichtsführung über die Abortanlagen in der Grube usw." ausführlich berücksichtigt. Danach sollen z. B. die Aborte, deren Anzahl näher bestimmt ist, so aufgestellt sein, daß die darauf angewiesenen Arbeiter sie in kurzer Zeit erreichen können; für Arbeiter mit festen Arbeitsplätzen sollen sie in der Regel in einer Entfernung von nicht mehr als 250 m liegen. Ferner ist dort die Beschaffenheit der Kübel und Abortsitze, ihre Reinhaltung und Desinfektion sowie die Entleerung geregelt. Für die lothringischen Gruben sind entsprechende Vorschriften in der bergpolizeilichen Anordnung des Bergmeisters zu Saargemünd vom 22. Juni 1903 ergangen.

Für diejenigen Zechen des Oberbergamtsbezirks Dortmund, auf denen durch die Stichprobenmusterung das Vorhandensein der Ankylostomiasis festgestellt war und die deshalb mit besonderen bergpolizeilichen Sicherheitsmaßregeln bedacht wurden, sind Vorschriften folgenden Inhalts über die Beschaffenheit der Kübel und die Behandlung ihres Inhalts erlassen worden. Die zur Aufnahme des Kotes unter Tage dienenden Gefäße dürfen nicht aus Holz bestehen, sie müssen einen wasserdicht verschließbaren Deckel besitzen, transportabel sein und nach jeder Entleerung mittels heißen Dampfes gereinigt und desinfiziert werden. Nach jeder Entleerung sind sie besonders auf ihre Undurchlässigkeit und Verschlußdichtigkeit zuverlässig vor der Wieder-

benutzung zu prüfen. Die Wartung und Desinfektion der Aborte unter Tage, sowie ihre Entleerung hat durch besonders hiermit zu betrauende Arbeiter zu erfolgen, von denen mindestens in jedem Steigerrevier je 1 vorhanden sein muß. Die Kübel selbst müssen stets in sauberem, gebrauchsfähigem und möglichst geruchlosem Zustande gehalten werden. Sobald ein Kübel bis zur Grenze der Gebrauchsfähigkeit gefüllt ist, muß er unverzüglich durch einen leeren ersetzt werden, die Abortsitze sind dann unter Verwendung geeigneter Desinfektionsmittel zu reinigen; ebenso müssen alle Kübel, die am Sitz oder außen beschmutzt sind, unverzüglich nach oben befördert und durch leere ersetzt werden, sodaß an dem Ort, an den sich die Belegschaft einmal gewöhnt hat, stets ein brauchbarer Kübel vorhanden ist. Die Kübel sind nur dicht geschlossen zu transportieren; es ist streng darauf zu achten, daß beim Transport nach oben jegliches Verschütten des Inhalts vermieden wird. Über Tage werden diese Kübel in große gemauerte wasserdichte Gruben entleert; hier wird der Inhalt der Gärung und Fäulnis überlassen, wobei die Keime in ziemlich kurzer Zeit absterben.

Als besonders zweckmäßig hat sich diejenige Konstruktion erwiesen, bei der der Kübel selbst aus verzinktem Eisenblech von überall gleicher Weite hergestellt ist und der Deckel durch 3 bis 4 Keilverschlüsse vollständig wasserdicht angedrückt wird. Zur Verhinderung unabsichtlicher oder absichtlicher Verschmutzungen sind oben an der Öffnung alle Holzteile, die die Öffnung verengern würden, vermieden; außen sind lediglich 2 schmale Holzleisten zur Unterstützung der Oberschenkel bei der Benutzung angebracht.

Die Bergpolizeiverordnung ordnet ferner an, daß die Abortkübel mit einem Desinfektionsmittel zu versetzen sind. Da man leicht geneigt ist, dieser Maßregel eine über ihren Wert hinausgehende Bedeutung zuzuschreiben, mag diesem Punkt etwas näher getreten werden.

Im allgemeinen setzt man dem menschlichen Kot aus zwei Gründen Desinfektionsmittel zu, einmal um die Krankheitskeime abzutöten (eigentliche „Desinfektion") und dann, um den aus den Behältern aufsteigenden Geruch zu beseitigen („Desodorisation"). Zur Entscheidung der Frage, wie und durch welche Mittel die Vernichtung der Ankylostomenkeime in den Abortkübeln zu bewerkstelligen ist, stellte Bruns auf der Zeche Shamrock I/II unter Mitwirkung des Direktors der genannten Zeche, G. A. Meyer, praktische Versuche an.

Zunächst wurde an Kübeln, die mit wurmeierhaltigem Kot gefüllt worden waren, festgestellt, wie lange in diesem ohne Desinfektionsmittel gehaltenen Kot sich die Eier lebens- und entwicklungsfähig hielten. Es ergab sich, daß an der Oberfläche des Kotbreies Eier 4 bis 6 Wochen lang entwicklungsfähig blieben, in der Tiefe der Kübel jedoch infolge der Fäulnis und Gärung schon nach 2 bis 3 Wochen vernichtet waren. Darauf wurden dem Kübelinhalt, der ohne Desinfektionsmittel gesammelt war, und der dann noch mit einer Anzahl stark wurmeierhaltiger ganz frischer Kotproben versetzt war, Desinfektionsmittel in bestimmtem Mischungsverhältnis hinzugefügt, und sodann durch mehrfach täglich erfolgende Entnahme von kleinen Proben festgestellt, wann die Eier wirklich vernichtet waren. Die Kübel standen in einer Strecke, die dauernd eine Temperatur von 26° aufwies. Da das früher meist gebräuchliche Desinfektionsverfahren darin bestand, daß täglich in jeden Abortkübel eine gewisse Menge Kalkmilch geschüttet wurde, richteten sich die ersten Versuche darauf, die Wirkung dieses Mittels festzustellen.

Versuch I. Bei gleichen Teilen Kot und Kalkmilch waren nach 3 Tagen noch entwicklungsfähige Eier vorhanden, später nicht mehr. Jedoch genügte selbst diese große Menge des Desinfektionsmittels nicht, um den Geruch vollständig zu beseitigen. Nach etwa 14 Tagen entwickelte sich ein starker, stechender Geruch nach Ammoniak, der sich mehrere Meter weit bemerkbar machte.

Versuch II. Bei einer Mischung von 1 Teil Kot mit 3 Teilen Kalkmilch waren nach 20 Stunden noch entwicklungsfähige Eier vorhanden, nach 26 Stunden nicht mehr. Der Geruch war bedeutend geringer als im Versuch I.

Versuch III. In dem Gemisch von 3 Teilen Kot mit 1 Teile Kalkmilch fanden sich nach 6 Tagen noch entwicklungsfähige Eier, nach 8 Tagen nicht mehr; jedoch bestand lebhafter Gestank.

Danach wirkt, wie von vornherein anzunehmen ist, die Kalkmilch umso stärker, je größer ihre Menge im Verhältnis zum Kot ist. In der Praxis dürfte sich kaum mehr Kalkmilch verwenden lassen, als daß die Hälfte des Kübelinnern damit angefüllt ist; nach Versuch II ist jedoch bei gleichen Teilen Kalkmilch und Kot erst nach 3 Tagen auf eine sichere Abtötung zu rechnen. Bei dem früheren Verfahren, bei dem täglich etwa 1 Liter Kalkmilch dem Kübel zugesetzt wurde, war das Mischungsverhältnis natürlich ein verschiedenes, je nach der Häufigkeit der Benutzung; jedenfalls werden wohl nur recht selten so wenig Fäkalien in den Kübel hineinkommen, daß das Mischungsverhältnis wie 1 : 1 ist. In der Tat konnten fast regelmäßig in den Kübeln, die auf diese Weise behandelt waren und gefüllt an die Oberfläche befördert wurden, noch entwicklungsfähige Eier nachgewiesen werden.

Versuch IV. Kübel zur Hälfte mit Kot, zur Hälfte mit 0,5 % Kresollösung gefüllt. Eier nach 3 Tagen tot. Ziemlich starker Kresolgeruch.

Versuch V. Kübel zur Hälfte mit Kot, zur Hälfte mit 0,5 % Karbolsäurelösung gefüllt. Eier nach 14 Tagen noch entwicklungsfähig. Fast vollständige Geruchsbeseitigung.

Versuch VI. Kübel halb mit Kot, halb mit dem Abwasser der Nebenproduktenanlage der Zeche Shamrock (siehe unten) gefüllt. Eier nach 14 Tagen noch entwicklungsfähig; fast vollständige Geruchsbeseitigung.

Versuch VII. Zur Hälfte Kot, zur Hälfte 10 % Kochsalzlösung. Eier nach 8 bis 9 Tagen entwicklungsunfähig. Deutlicher Kotgeruch.

Versuch VIII. Zur Hälfte Kot, zur Hälfte 10 % Eisenvitriol. Eier nach 10 Tagen noch entwicklungsfähig.

Versuch IX. Zur Hälfte (30 kg) Kot, darauf 825 g Ankylotaphin [1]). Eier nach 7 Tagen entwicklungsunfähig, kein Kotgeruch wahrnehmbar.

Versuch X. Kübel mit 30 kg Kot gefüllt, darauf 825 g Saprol W [2]). Eier nach 14 Tagen entwicklungsunfähig; kein Kotgeruch.

Man sieht aus diesen Versuchen, daß eine eigentliche „Desinfektion", die in kurzer Zeit wirken soll, großen Schwierigkeiten begegnet. Das liegt teils daran, daß die fettige Kotmasse dem Eindringen des Desinfektionsmittels großen Widerstand entgegensetzt, und teils daran, daß, wie bereits in dem zweiten Abschnitt erörtert wurde, die Ankylostomeneier infolge ihrer Chitinhülle im allgemeinen von Desinfektionsmitteln schwer angreifbar sind. Bei den Abgängen von Typhus-, Ruhr- und Cholerakranken erweist sich die „Desinfektion" der Fäkalien sehr wirksam; bei den Abgängen von Ankylostomenkranken aber versagt sie bis zu einem gewissen Grade. Keinenfalls darf man, auch wenn eines der oben erwähnten Desinfektionsmittel dem Kübelinhalt beigemischt ist, die etwa aus einem Kübel beim Transport verschütteten Massen für ungefährlich halten. Wenn dagegen die Kübel dicht schließen und beim Transport jedes Verschütten des Inhalts vermieden wird, kann man das, was in den Kübeln aufgefangen ist, nach den aus der Praxis gewonnenen Erfahrungen als unschädlich

---

[1]) Entsprechend der von den Herstellern (Firma Bengen in Hannover) gegebenen Vorschrift. — [2]) Von der Firma Nördlinger in Flörsheim.

ansehen und infolgedessen auf eine eigentliche Abtötung der Keime ruhig verzichten. Die Frage der eigentlichen Desinfektion des Kübelinhalts ist deshalb nicht von so großer Bedeutung.

Dagegen ist die Geruchloshaltung (Desodorisierung) gerade für die Verhältnisse in der Grube von großer Wichtigkeit, da hier infolge der höheren Temperatur die Zersetzungsvorgänge, und darum der üble Geruch, sehr viel stärker als über Tage sind, und da außerdem infolge der engen Räume jeder Gestank viel lebhafter empfunden wird. In der Tat verbreitet ein Kübel, der längere Zeit ohne ein Desodorisationsmittel unter Tage gestanden hat, einen so widerlichen Geruch, daß auch nicht besonders empfindliche Menschen sich schon dadurch leicht von seiner Benutzung werden abhalten lassen. Die möglichst vollständige Beseitigung des Kotgeruchs ist daher für die Bekämpfung der Krankheit durchaus von Bedeutung. Bei den gebräuchlichen Desinfektionsmitteln wird diese Geruchloshaltung zum Teil durch Verzögerung oder Verhinderung der Zersetzungsvorgänge bewirkt, bei einigen von ihnen, die auf Wasser schwimmen, auch dadurch, daß die ölige Schicht, aus der das Desinfektionsmittel nur allmählich abgegeben wird, das Entweichen des üblen Geruchs verhindert. Beides kommt z. B. bei den beiden anläßlich der Bekämpfung der Wurmkrankheit neu in den Handel gebrachten und in den vorerwähnten Versuchen erprobten Mitteln, dem Saprol W. und dem Ankylotaphin, in Betracht.

Wegen der Wichtigkeit der Geruchsbeseitigung sind auch hierüber Versuche mit einigen der gebräuchlichen Mittel von Bruns angestellt worden. Zu diesem Zwecke wurden Kübel, die in beabsichtigter Weise mit Kot und dem Desinfektionsmittel versetzt waren, 4 bis 6 Wochen lang in einer Grubenstrecke bei etwa 25 bis 27° beobachtet. Die Geruchsfeststellungen wurden so gewonnen, daß mehrere Personen einzeln mit verbundenen Augen an einen der Kübel herangeführt wurden und nun ihr Urteil abgeben mußten, ohne den Inhalt des Kübels zu kennen. Im allgemeinen geben derartige Geruchsversuche immer nur das subjektive, leicht beeinflußbare Urteil der einzelnen Versuchsperson wieder und haben für die allgemeine Beurteilung nur bedingten Wert; die Versuche sind jedoch trotzdem von gewisser Bedeutung, da die Unterschiede meist als deutlich angegeben wurden und die Ergebnisse nahezu übereinstimmten.

	Nach 14 Tagen	Nach 4 Wochen
I. Kübel, $^2/_3$ mit Kot, $^1/_3$ mit Kalkmilch gefüllt	Geruch nach Ammoniak	Starker stechender Geruch nach Ammoniak, daneben deutlicher Gestank, beim Öffnen des Kübels etwa 5 m weit bemerkbar.
II. Kübel, $^2/_3$ mit Kot, $^1/_3$ mit Abwasser der Nebenproduktenanlage gefüllt	Fast vollständige Geruchsbeseitigung, leichter Karbolgeruch	Leichter Kotgeruch auf 1 bis 2 m wahrnehmbar.
III. Kübel, $^1/_2$ mit Kot (30 kg), darauf mit 825 g Ankylotaphin	Geruch nach Teerprodukten	Kein Kotgeruch, leichter Geruch nach Teer bis auf etwa 4 m.
IV. Kübel, $^1/_2$ mit Kot (30 kg), darauf 825 g Saprol W.	Geruch nach Phenolen	Kein Kotgeruch; Phenolgeruch auf etwa 2 m wahrnehmbar.
V. Kübel, wie bei III gefüllt, nur 550 g Ankylotaphin	Leichter Kotgeruch	Kotgeruch etwas stärker ausgesprochen.
VI. Kübel, wie bei IV gefüllt, nur 550 g Saprol W.	Kein Kotgeruch, fast vollständige Geruchsbeseitigung	Fast vollständige Geruchsbeseitigung.

Will man aus diesen Versuchen Schlüsse ziehen, so muß man einmal Kalkmilch mit dem auf Shamrock I/II gebrauchten Abwasser vergleichen und anderseits Saprol W mit Ankylotaphin. Die erste Gruppe verlangt einen täglichen Zusatz, die letzte dagegen nur einen einmaligen für den ganzen Gebrauchszeitraum.

Kalkmilch hat dem Abwasser gegenüber eine stärkere Desinfektions-, dagegen eine erheblich schwächere Desodorisationswirkung. Aber auch als ein besonders günstiges Desinfektionsmittel ist die Kalkmilch für die Verhältnisse unter Tage nicht anzusehen, weil sie mit der dort reichlich vorhandenen Kohlensäure schnell in den unwirksamen kohlensauren Kalk übergeht.

Saprol W und Ankylotaphin haben den Vorteil, daß sie keine tägliche Bedienung der Kübel verlangen, da ein anfänglicher Zusatz für den Benutzungszeitraum der Kübel sich als hinreichend erwies. Die neu hineinkommenden Kotmassen müssen zunächst die oben schwimmende Saprolschicht passieren und werden dabei mit einer Schicht des Mittels umhüllt. Im ganzen dürfte ein Zusatz von $^1/_2$ bis $^3/_4$ Liter des Saprol W (je nach der Größe der Kübel) genügen.

Die Aufstellung einer großen Zahl von Aborten ist zweifellos von großem Nutzen. Es ist von vielen Zechen berichtet worden, daß die Bergleute sich an die Benutzung der Kübel mehr und mehr gewöhnen und daß jetzt mehr als das Doppelte, ja gelegentlich die dreifache Menge an Kot im Vergleich zu früher täglich zu Tage gefördert wird. Daß auf diese Weise vielfach Kotmengen unschädlich werden, die sonst vielleicht zu Neuinfektionen hätten Anlaß geben können, darf als sicher gelten.

Ein weiteres Mittel zur Verminderung der Ansteckungsgefahr bildet die Bereitstellung von sauberen Abortanlagen über Tage. Wird den Bergleuten in reichlichem Maße Gelegenheit gegeben diese zu benutzen, so werden sie um so weniger dazu veranlaßt, ihren Kot unter Tage an verbotenen Stellen abzusetzen. Vorbildlich ist eine luxuriöse Abortanlage geworden, die von der Gelsenkirchener Bergwerks-Aktien-Gesellschaft auf der Zeche Erin in unmittelbarem Anschluß an die Mannschaftskaue eingerichtet wurde. Es wurde dadurch erreicht, daß jeder Arbeiter, der zur Arbeit kam oder von derselben fortging, geradezu eindringlich darauf hingewiesen wurde, seine Bedürfnisse vor der Einfahrt zu verrichten. Diese Abortanlage wurde in der ersten Zeit täglich von 500 Mann (bei einer Belegschaft von etwa 1300 Mann) in Anspruch genommen; schon diese Zahl erweist den großen Nutzen einer derartigen Einrichtung. Übrigens ist die Einrichtung von Aborten über Tage auch in den behördlichen Vorschriften ausdrücklich vorgesehen (so in der Bergpolizeiverordnung des Oberbergamts Dortmund vom 12. März 1900 und in der Anordnung des Bergmeisters zu Saargemünd vom 22. Juni 1903).

Wenn nun auch durch die Einrichtung und zweckmäßige Behandlung von Aborten die dahin entleerten Abgänge unschädlich gemacht werden, so ist doch damit zu rechnen, daß nach wie vor durch Absetzen von Kot an verbotenen Stellen oder sonstwie die Krankheitserreger gelegentlich abseits der Abortkübel in die Grube gelangen.

Zunächst kommt hierbei die Umgebung der Abortkübel in Betracht; auf die Reinhaltung und die Desinfektion dieser Stellen mit Kalkmilch wird deshalb besonderes Gewicht gelegt. Es muß jedoch damit gerechnet werden, daß die Krankheitserreger auch noch auf andere Weise in die Grubenbaue gelangen; so können sie z. B. mit den Stiefeln weithin verschleppt werden. In der Tat will man sie gelegentlich, wenn auch selten, abseits der Aborte aufgefunden haben, so z. B. an feuchten Stellen der zum Bau der Strecken dienenden Grubenbölzer, und hier selbst an hoch gelegenen Teilen (Goldman); in Westfalen konnte dieser Befund jedoch nicht bestätigt werden.

Günstige Entwicklungsbedingungen finden die Eier und Larven namentlich in dem Grubenschlamm. Die in der Grube befindliche Flüssigkeit, welche aus dem Nebengestein (Mergelwasser) stammt oder auch von der Oberwelt in die Grube (z. B. zum Zweck der Berieselung) eingeführt wird, sammelt sich in den zur Seite der Förderstrecken gelegenen kleinen Kanälen (den sogenannten Wasserseigen) und fließt dann in einen bei dem Schachte gelegenen Hohlraum, den „Sumpf", aus dem es dann vermittels der Wasserhaltungsmaschine nach außen, an die Oberwelt, gefördert wird. Natürlich ist stets die Möglichkeit gegeben, daß das Wasser, das über die Arbeitsstellen oder die Förderstrecke gelaufen ist, Ankylostomenlarven in sich aufgenommen hat. Da ferner, wie bereits früher erwähnt ist, in dem nicht reinen (d. h. Nährstoffe enthaltenden) Wasser die eingekapselten Larven sich lange Zeit hindurch erhalten, so können auch in den Wasserseigen oder im Sumpf Larven vorhanden sein.

Man wird darum gut tun, auf die Möglichkeit, daß durch das Sumpfwasser die Larven verbreitet werden, Rücksicht zu nehmen, und lieber allgemein auf dessen Verwendung zu Berieselungszwecken verzichten. Dieser Standpunkt ist auch in der mehrfach erwähnten Verordnung des Oberbergamts Dortmund vom 13. Juli 1903 zum Ausdruck gekommen, in der für sämtliche verseuchten Zechen die Benutzung von Grubenwasser, so weit es nicht unmittelbar dem Mergel entnommen ist, zur Speisung der Spritzwasserleitung verboten wurde. Damit wurde gleichzeitig für ein einwandfreies Trinkwasser an allen Stellen der Grube gesorgt, die der Berieselungspflicht unterworfen sind.

Zur Verhinderung von Schlammansammlungen ist bereits in der mehrfach erwähnten Gesundheitspolizeiverordnung des Oberbergamts Dortmund (und in gleicher Weise in der Anordnung des Bergmeisters zu Saargemünd vom 22. Juni 1903) den Zechen die Sorge für ausreichenden Wasserabzug in allen zur Förderung und Fahrung dienenden Querschlägen und Strecken auferlegt, auch sind die Bergrevierbeamten angewiesen, darauf zu achten, daß durch Streuung von Kesselasche die Schlammansammlungen nach Möglichkeit beseitigt werden. An vielen Stellen, in den Hauptförderstrecken und Querschlägen, werden diese Bestimmungen ohne Schwierigkeit durchgeführt werden können; an anderen Stellen aber, z. B. in Flötzen, deren Nebengestein sehr feucht ist, läßt sich eine derartige Schlammbildung nicht vollständig vermeiden, auch erfordert die Gefahr der Kohlenstaubexplosionen eine oft sehr reichliche Befeuchtung ganzer Strecken.

Diese Umstände machen es erklärlich, daß von jeher der Vernichtung der in den Grubenstrecken vermuteten Krankheitserreger durch Desinfektionsmittel die Aufmerksamkeit aller beteiligten Stellen zugewendet worden ist. Schon in der ersten Sitzung des oben (Seite 490) erwähnten Ausschusses zur Bekämpfung der Wurmkrankheit bezeichnete Löbker es als Aufgabe der Laboratorien, womöglich einen hierzu geeigneten Stoff ausfindig zu machen.

Infolgedessen sind im Gelsenkirchener Institute für Hygiene und Bakteriologie unter Leitung von Bruns zunächst die im zweiten Abschnitt dieser Arbeit bereits mitgeteilten eingehenden Versuche über die Einwirkung verschiedener Desinfektions-

mittel auf die Ankylostomeneier und -larven angestellt worden. Die Ergebnisse dieser Versuche lassen jedoch keinen endgültigen Schluß auf die Anwendbarkeit dieses Verfahrens in den Gruben zu, da sie in der Weise gewonnen sind, daß die Larven und Eier dauernd in einer Lösung von ganz bestimmter Stärke gehalten wurden. In der Grube ist hierauf nicht zu rechnen, da vielfach durch hinzufließendes Wasser eine erhebliche Verdünnung der Mittel stattfindet. Es kommt weiter in Betracht, daß bei den übrigen Infektionskrankheiten die zur Desinfektion verwandten Mittel innerhalb weniger Minuten eine Vernichtung herbeiführen, während gegenüber den Ankylostomenkeimen die gleichen Mittel erst nach vielen Stunden oder Tagen eine Wirksamkeit zeigen. Endlich aber handelt es sich bei der Grubendesinfektion um Strecken von ganz erheblicher Ausdehnung und um Räume mit sehr ausgedehnten Oberflächen. So ist z. B. das ganze Grubengebäude der Zeche Shamrock I/II, wenn man sich sämtliche Räume hintereinander gelegt denkt, etwa 140000 m lang. Nimmt man an, daß es sich um einen viereckigen Hohlraum von durchschnittlich 2 m Höhe und 2 m Breite handelt, so würde die ganze zu desinfizierende Oberfläche nicht weniger als 1120000 qm betragen. Diese Zahl vergrößert sich noch um die Oberfläche der überall vorhandenen Eisen- und Holzzimmerung. Die Wandungen dieses Riesengebäudes sind aber keineswegs für Flüssigkeiten undurchlässig; sie bestehen an vielen Stellen nach oben und unten aus nachgefüllten Steinmassen, in welche Flüssigkeiten, mögen sie nun den Infektionsstoff oder das Desinfektionsmittel enthalten, leicht einsickern. Endlich sorgt die in der Grube befindliche natürliche Feuchtigkeit an vielen Stellen rasch für eine erhebliche Verdünnung der hineingebrachten Desinfektionsmittel. Daß auch der Desinfektion Schwierigkeiten auf bergtechnischem Gebiet in hohem Maße erwachsen, leuchtet ohne weiteres ein, wenn man erwägt, daß manche Strecken schräg, d. h. in Neigungen mit den verschiedensten Winkeln zueinander liegen, so daß sie mit Wagen nicht befahren werden können.

Trotzdem also von vornherein anzunehmen war, daß einer wirksamen Grubendesinfektion sich erhebliche Schwierigkeiten entgegen stellen würden, wurde doch dieser Frage durch praktische Versuche in der Grube näher getreten. Diese Versuche mußten in ganz umfassender Weise vorgenommen werden; es wurde dadurch erreicht, daß der Direktor der Zeche Shamrock I/II G. A. Meyer sich dauernd daran beteiligte. Es verdient wohl auch hier hervorgehoben zu werden, daß die Verwaltung der Zeche Shamrock lediglich für diese wissenschaftlichen Desinfektionsversuche eine Summe von annähernd 19000 M. aufgewandt hat, daß also gewiß keine Kosten gescheut wurden, um die Versuche in einer Weise anzustellen, die eine endgültige Lösung der Frage erhoffen ließ.

Für die Desinfektion der Grube kamen selbstverständlich alle Stellen in Betracht, die infiziert sein konnten; sie durfte sich deshalb nicht auf die Punkte beschränken, an denen Kothaufen sichtlich abgelagert waren, sondern mußte alle Punkte berücksichtigen, an welche Kotteilchen insbesondere mit den Stiefeln, mit den Händen, mit den Arbeitsgerätschaften, mit den zum Verbauen dienenden Hölzern usw. hingelangt sein konnten. Es mußten deshalb nicht nur die gegenwärtigen Arbeitsstellen, sondern auch der sog. alte Mann berücksichtigt werden, d. h. diejenigen Hohlräume, aus denen

die Kohlen bereits entfernt sind und die alsdann durch Sand, Schlacke, Schlamm und dergl. wieder ausgefüllt werden; endlich kamen hierbei auch alle Strecken und Fahrten (Leitern) in Betracht, auf denen Menschen verkehren. Gerade durch die Fahrten wird vermutlich leicht eine Übertragung der Krankheit vermittelt: die zähen, an dem hohlen Teil der Stiefelsohle haftenden Kotteilchen werden an den Sprossen der Fahrten abgestrichen und können nun beim Klettern leicht an die nachgreifenden Finger gelangen, von wo die Larven auf dem Wege durch den Mund oder durch die Haut die Ansteckung herbeiführen.

Von den bei den Laboratoriumsversuchen benutzten Mitteln fielen für die Versuche in der Grube einige von selbst fort (z. B. Säuren, Alkalien), da von ihnen eine Zerstörung der Holz- oder Eisenzimmerung befürchtet werden mußte, ferner andere, die Gesundheitsgefahren für die Menschen im Gefolge haben, endlich alle diejenigen, deren Benutzung sich wegen des hohen Preises von selbst verbot. Endlich wurden natürlich nur solche Mittel geprüft, die eine genügend starke Wirkung erwarten ließen. Für die Beurteilung solcher Desinfektionsversuche ist es von besonderer Wichtigkeit, in welcher Menge das einzelne Desinfektionsmittel zur Verwendung kommt. Es durften für diese Versuche nur so große Mengen genommen werden, daß es nicht außer dem Bereich der Möglichkeit lag, die entsprechende Menge auch für die Desinfektion der ganzen Grube zu verwenden. Die Menge wurde so gewählt, daß für je 1 m laufende Grubenstrecke 10 l Desinfektionsstoff zur Verwendung kamen. Das ist eine recht ansehnliche Menge, wie sie beispielsweise bei Zimmerdesinfektionen nur in Ausnahmefällen angewandt wird, sie beträgt etwa das Sechsfache derjenigen, die bei der gewöhnlichen Berieselung benutzt wird. Es würde mithin für die Desinfektion der ganzen Zeche Shamrock I/II (bei 140000 m laufender Strecke) 1400 cbm Desinfektionslösung erforderlich sein. Für die Versuche wurde jedoch nicht die ganze Grube, sondern jedesmal etwa 2 Steigerreviere (= $^1/_7$ der ganzen Grube) herangezogen. Die wirtschaftliche Durchführbarkeit des Verfahrens verlangte es, daß die Ausspritzung der täglich zu verwendenden Menge auf einmal geschah; dieses Verfahren wurde mit Ausnahme einiger besonders zu besprechender Versuche stets beibehalten. Bei den Versuchen war natürlich das Hineinbringen der Desinfektionslösung in die Wasserberieselungsleitung nicht ausführbar; es wurde vielmehr die Lösung in Förderwagen von je etwa 600 l Inhalt an Ort und Stelle hergestellt, von hier in etwa 30 l fassende, kräftig wirkende Kübelspritzen verteilt und nun in starkem Strahl überall gegen die Wände, an die Decke und den Fußboden verspritzt. Selbst für diese auf kleinem Raum (etwa 20 bis 50 m) vorgenommenen Versuche waren stets mehrere Mann zur Bedienung erforderlich. Dabei kam durch Abtropfen die größte Menge auf den Fußboden, auf dem die zur Probe ausgesetzten Kothaufen sich befanden. Als wirksam ist nur eine solche Desinfektion zu betrachten, durch die nicht nur die abseits der Kothaufen zerstreut liegenden, sondern alle Keime, auch die in den Kothaufen befindlichen abgetötet oder in ihrer Entwicklung dauernd zurückgehalten werden; denn sonst würde die nächste Wasserberieselung, nachdem das Desinfektionsmittel abgeflossen oder weggeschwemmt ist, ein Auswachsen der Eier ermöglichen und damit den ganzen Nutzen der Desinfektion aufheben. Die Untersuchungen wurden

deshalb in der Weise angestellt, daß man Leute, die viele Wurmeier ausschieden, Kothaufen absetzen ließ, und von diesen Kothaufen täglich kleine Proben daraufhin untersuchte, ob die Eier geschrumpft und tot, oder im Brutschranke noch entwicklungsfähig waren. Vorher wurde durch einen Kontrollversuch festgestellt, daß wirklich an der in Aussicht genommenen Versuchsstelle bei gewöhnlicher Berieselung ein Auswachsen zu eingekapselten Larven möglich war. Die Länge der ersten Versuchsstrecke betrug 80 m, die Temperatur in ihr dauernd 27°; berieselt wurde sie mit Wasser täglich einmal in der durch die Bergpolizeiverordnung vorgeschriebenen Weise. Von der Strecke wurde durch Lattentüren und einen 2 m breiten Kalkgraben jeder Verkehr und jede weitere Infektion ferngehalten. Das Ergebnis dieses Kontrollversuches war, daß sich nach etwa 3 Wochen eingekapselte Larven fanden, die während 2 Monate, trotzdem die Kotproben zum Schluß ziemlich eingetrocknet waren, lebend erhalten werden konnten. Die einzelnen Versuche verliefen folgendermaßen:

1. Versuch mit dem Abwasser der Zeche Shamrock. Täglich wurden auf der Versuchsstrecke für jedes laufende Meter 10 l Abwasser der Nebenproduktenanlage der Zeche Shamrock, das im Mittel 0,9 g Karbol und 0,85 g Kalk enthielt und das täglich in Mengen von 200 cbm dort kostenfrei zur Verfügung stand, verspritzt. Nach 36 täglich wiederholten Berieselungen waren in sämtlichen Proben noch bewegliche Larven vorhanden, die nach einigen Tagen im Brutschrank sich einkapselten.

2. Versuch mit 10prozentiger Kochsalzlösung. Nach 11 täglich wiederholten Berieselungen mit 10 l 10prozentiger Kochsalzlösung für jedes laufende Meter zeigten sich immer noch entwicklungsfähige Ankylostomeneier. Erst nach der 12. Berieselung erschienen die ausgesetzten Eier abgetötet.

3. Versuch mit ½ prozentiger Karbolsäurelösung. Nach 10 täglich wiederholten Desinfektionen waren noch entwicklungsfähige Eier in den ausgesetzten Proben vorhanden. Unmittelbar nach jeder Desinfektion herrschte ein so starker, stechender Karbolgeruch, daß von einem längeren Aufenthalt in der Versuchsstrecke erhebliche Gesundheitsstörungen erwartet werden mußten.

4. Versuch. Einmalige Berieselung mit frisch bereiteter Kalkmilch (10 l auf je 1 m Strecke), sodann tägliche Berieselung mit Wasser. Die Kalkmilchberieselung erfolgte am 16. Februar. Am 17. Februar fanden sich in den ausgesetzten Proben noch normal aussehende Eier, die sich zu Larven entwickeln ließen, ebenso an den folgenden Tagen. Vom 28. Februar an waren in den ausgesetzten Proben in der Versuchsstrecke selbst lebende eingekapselte Ankylostomenlarven vorhanden.

Aus diesen Versuchen geht hervor, daß weder 36 täglich wiederholte Berieselungen mit Abwasser in reichlichen Mengen, noch 10 solche Berieselungen mit ½ prozentiger Karbolsäurelösung ausreichten, um die Eier und Larven zu vernichten. Die Verwendung von Kochsalz hatte den Erfolg, daß 12 Berieselungen in den ausgesetzten Proben die Eier vernichteten; es war jedoch für jedes laufende Meter auch nicht weniger als 1 kg Salz genommen. Für die Berieselung der ganzen Grube würden also, wenn man diese Zahl der Berechnung zugrunde legt, nicht weniger als 140000 kg Kochsalz

täglich erforderlich werden. Die Kalkmilch war in einer solchen Menge zur Verwendung gekommen, daß für jedes laufende Meter 10 l Kalkmilch, gleich $2^1/_2$ kg Weißkalk, verbraucht wurde; auch hier handelt es sich mithin um recht erhebliche Mengen. Bei der Ausführung dieses Versuches zeigte es sich, daß die zur Verwendung gelangten Spritzen sehr rasch durch den kohlensauren Kalk verstopft wurden und jedesmal besonders gereinigt werden mußten. Das früher vorgeschlagene Hineinbringen der Kalkmilch in die Berieselungsleitung erscheint danach als undurchführbar. Zudem hatte die Kalkmilch-„Desinfektion“ nicht vermocht, die Eier abzutöten, ja sie wirkte nur so wenig nach, daß sie selbst die Entwicklung der Eier in den Kotproben nicht zu verhindern vermochte, denn nach 13 Tagen fanden sich in den ausgesetzten Proben sogar eingekapselte Larven.

5. Versuch mit dem Abwasser der Zeche Shamrock; täglich einmalige Berieselung mit 30 l auf je 1 m Strecke. Nach 34 Berieselungen waren in den ausgesetzten Proben die Eier gut erhalten, es ließen sich aus ihnen reichliche eingekapselte Larven züchten.

6. Versuch mit dem Abwasser der Zeche Shamrock; täglich dreimalige Berieselung mit je 10 l Abwasser auf je 1 m Strecke. Die Strecke war dauernd in sehr feuchtem Zustand. Nach 36 tägiger Vornahme dieser Berieselungen waren die Eier noch entwicklungsfähig.

7. Versuch mit $^1/_2$ prozentiger Kresollösung; täglich 10 l auf je 1 m Strecke. Trotz 17 tägiger Berieselung waren in den ausgesetzten Proben junge, lebende Larven vorhanden.

8. Versuch mit $^1/_2$ prozentiger Saprollösung; täglich 10 l auf je 1 m Strecke. Trotz 17 tägiger Berieselung waren weder Eier noch Larven abgetötet.

9. Versuch mit dem Abwasser der Zeche Shamrock; täglich 100 l auf je 1 m Strecke. Nach 18 tägiger Berieselung erschienen die Eier zum Teil angegriffen und es nahm die Zahl der entwickelten Larven ab. Die ganze Strecke war überall so durchfeuchtet, daß selbst die Proben vollständig mit Flüssigkeit durchsetzt waren.

10. Versuch mit Kalkmilch; tägliche Berieselung mit 10 l Kalkmilch auf je 1 m Strecke. Erst nach 10 täglich wiederholten Berieselungen waren die Eier in den ausgesetzten Proben abgestorben; es ließen sich aus ihnen keine Larven mehr zur Entwicklung bringen.

11. Versuch mit 5 prozentiger Chlorcalciumlösung, gewonnen aus den Endprodukten einer chemischen Fabrik; täglich 10 l auf je 1 m Strecke. Nach 11 Berieselungen waren die ausgesetzten Eier abgetötet. Der Versuch mußte aufgegeben werden, weil größere Mengen der Flüssigkeit nicht beschafft werden konnten.

12. Versuch mit 5 prozentiger Chlormagnesiumlösung, hergestellt aus der etwa 40 prozentigen Endlauge eines Salzbergwerks. Nach 10 Berieselungen war die zur Verfügung stehende Lauge aufgebracht; Eier und Larven waren nicht abgetötet.

13. Versuch mit 1 prozentiger Montaninlösung. Nach 25 Berieselungen ließen sich immer noch Larven aus den ausgesetzten Proben züchten.

Es ergibt sich daraus, daß diese Desinfektionsversuche eine gewisse Wirkung erst nach längerer Zeit hatten und nur dann, wenn die angewandten Mengen so groß waren, daß die ganze Strecke und die Kotproben im Desinfektionsmittel gleichsam schwammen. Im täglichen Betriebe kann aber eine derartige dauernde Umspülung sämtlicher Teile der Grube mit Desinfektionslösung kaum ernstlich in Frage kommen. Die Versuche mit Karbolsäure, Kresol und Saprollösung wurden teils wegen ihrer Aussichtslosigkeit, teils wegen der zu erwartenden Gesundheitsschädigungen abgebrochen, mit Chlorcalcium, Chlormagnesium und Montanin wurden die Versuche so lange fortgesetzt, als die zur Verfügung gestellten Vorräte reichten; es würde, abgesehen von den Kosten, die die Verwendung dieser Mittel erfordert, die größten Schwierigkeiten haben, auch nur für eine einzige Zeche von der Größe der Zeche Shamrock die an diesen Mitteln notwendigen Mengen zu beschaffen.

Was den zweiten Kalkmilchversuch anlangt, so hatte erst eine 10 mal wiederholte Verwendung von 2 $^1/_2$ kg Kalk für das laufende Meter eine Wirkung erkennen lassen. Unter Berücksichtigung der verbrauchten Mengen würden für die ganze Zeche Shamrock, gleiche Verhältnisse überall vorausgesetzt, täglich 350000 kg Weißkalk erforderlich sein, um nach 9 bis 10 tägiger Verwendung die gleiche Wirkung zu erzielen. Es erscheint danach wohl begreiflich, wenn Bruns auf Grund seiner Versuche gegen die Desinfektion der Gruben mit Kalkmilch sich ablehnend verhält. Das Ergebnis der beiden Kalkmilchversuche ist deshalb von besonderer Bedeutung, weil man bis dahin der Kalkmilch vielfach großes Vertrauen entgegenbrachte, weil gelegentlich die Unterlassung der Kalkmilchdesinfektion als Ursache für die Verbreitung der Krankheit angegeben war, und weil weiter das ungerechtfertigte Vertrauen auf diese Kalkmilchdesinfektion eine Verzögerung in der Anwendung anderer, von besserem Erfolg begleiteter Maßnahmen herbeizuführen drohte.

Den aus diesen Versuchen gezogenen Schlußfolgerungen ist man in Deutschland allgemein beigetreten. Nur Tenholt hält noch an der Kalkmilchdesinfektion fest; er führt neuerdings für seine Ansicht einen Versuch an, den er auf der Zeche Graf Schwerin ausgeführt hat[1]). Auf einer 26° warmen Versuchsstrecke wurde eine Anzahl eierhaltiger Kotproben ausgesetzt, die nach 10 Tagen junge und einzelne reife Larven zeigten. Es wurde nun 3 Tage hintereinander Kalkmilch in der Weise zerstäubt, daß sie als feiner Regen jedesmal etwa 1 Minute lang auf jeden Kothaufen niederfiel, wodurch die Kothaufen mehr oder minder zerflossen. In den nächsten 5 Tagen sind dann lebende Larven nicht mehr aufgefunden. Diesen Versuch glaubt Bruns jedoch insofern im Sinne der Unmöglichkeit einer wirksamen Kalkmilchdesinfektion verwerten zu müssen, als er es für praktisch undurchführbar hält, an alle Stellen, an die eier- oder larvenhaltiger Kot gelangt sein kann, stets einen 1 Minute lang dauernden Kalkmilchregen niedergehen zu lassen.

Die Abnahme der Krankheit auf einigen Zechen wurde von Tenholt ebenfalls auf die Kalkmilch-„Desinfektion" zurückgeführt. Es wurde besonders auf den Unterschied zwischen den beiden im Oberbergamtsbezirk Dortmund gelegenen Zechen Lothringen und Graf Schwerin hingewiesen. Auf Zeche Lothringen war unter Leitung von Ten-

[1]) Siehe Heilmittel-Revue 1904, Nr. 11.

holt mit Kalkmilch „desinfiziert" worden, auf Zeche Graf Schwerin jedoch bis 1904 nicht. Auf Zeche Lothringen zeigte sich, nachdem mehrfache Durchmusterungen der ganzen Belegschaft vorgenommen waren, eine erhebliche Abnahme der Krankenzahl, während sie auf Zeche Graf Schwerin andauernd so groß blieb, daß die Gesamtdurchmusterungen nach etwa $^3/_4$ Jahren wieder eingestellt und nur noch nach dem früheren Verfahren die sichtlich kranken (blutarmen) Leute einer Wurmkur unterworfen wurden. Die physikalischen Verhältnisse der beiden Zechen gestatten jedoch einen solchen Vergleich nicht, da Graf Schwerin wohl die heißeste und feuchteste Zeche im ganzen Bezirk ist und noch dazu mit ungewöhnlichen Ventilationsschwierigkeiten zu kämpfen hat. Aus einem Vergleiche beider Zechen irgend welche Schlußfolgerungen zu ziehen, hält Bruns für um so weniger zulässig, als gleich günstige Erfolge wie auf Lothringen, auch auf benachbarten Zechen z. B. Erin, Shamrock I/II gewonnen sind, auf denen nur das gleiche Durchmusterungsverfahren, nicht aber die Kalkmilch-„Desinfektion" ausgeführt wurde. Außerdem ist das Durchmusterungsverfahren auf Lothringen dauernd fortgesetzt, während auf Graf Schwerin der dauernden Fernhaltung aller Wurmbehafteten aus der Grube sich infolge der besonders starken Verseuchung so große Schwierigkeiten in den Weg stellten, daß die Durchmusterungen für längere Zeit eingestellt und durch das frühere Verfahren (Ausmusterung der krank Erscheinenden) ersetzt werden mußten (vgl. S. 511).

Bei dieser Sachlage ist es begreiflich, daß die Behörden sich nicht dazu entschließen konnten, die Desinfektion der befallenen Gruben unter die zur Bekämpfung der Ankylostomiasis vorgeschriebenen Maßnahmen aufzunehmen; die unter dem Vorsitze des Königl. Preuß. Ministers für Handel und Gewerbe in Berlin am 5. Dezember 1903 zusammengetretene Konferenz von ärztlichen Sachverständigen hat diese Anschauung über die Grubendesinfektion geteilt. Daß sie berechtigt war, dürften die Erfolge bestätigen, die mit den übrigen Maßnahmen erreicht worden sind. Die wichtigsten unter ihnen sind, wie bereits erwähnt: die Ausmusterung aller Wurmbehafteten, ihre Behandlung und ihre Fernhaltung von den Gruben sowie die Einrichtung von Aborten in ausreichender Anzahl und die unschädliche Beseitigung des Kotes. Es kommen jedoch noch weitere Maßregeln in Betracht, die jene in wirksamer Weise zu unterstützen vermögen.

Schon in dem Preußischen Ministerialerlaß vom 24. Dezember 1897 wird es als empfehlenswert bezeichnet, die Arbeiter über die Natur und die Verbreitungsweise der Ankylostomiasis und das zur Vermeidung von Ansteckungen empfehlenswerte Verhalten zu unterweisen. Derartige Belehrungen sind besonders nach der starken Zunahme der Krankheit im rheinisch-westfälischen Kohlenreviere sowohl in der Form von Flugblättern und Anschlägen auf den Zechen, als auch durch Vorträge und Demonstrationen erfolgt, an denen dort besonders auch die Leiter einiger Zechen mitwirkten. Auch außerhalb des Oberbergamtsbezirks Dortmund ist man in dieser Richtung tätig gewesen; so ist z. B. für das Königreich Sachsen der Anschlag eines Merkblattes auf den Zechen durch die Bekanntmachung vom 8. Februar 1903 angeordnet und in Schwarzburg-Sondershausen ein gleichartiger Aushang außer für Ziegeleien auch für Bergwerke vorgesehen, die fremde Arbeiter beschäftigen.

In diesen Belehrungen werden die Bergleute namentlich davor gewarnt, die Gruben durch ihre Abgänge zu verunreinigen, sodann aber auch darauf hingewiesen, daß sie durch eigene Sauberkeit die Gefahr der Ansteckung für sich selbst vermindern können.

Um zu vermeiden, daß sie durch den Mund die Krankheitserreger aufnehmen, wird ihnen der Rat erteilt, Mund und Lippen nicht mit schmutzigen Händen zu berühren, den Stöpsel der Kaffeeflaschen nicht mit den Händen zu öffnen und nie, ohne sich gewaschen zu haben, etwas zu verzehren. Um das Eindringen der Larven durch die Haut zu verhüten, sollen Berührungen der unbedeckten Körperoberfläche mit dem Grubeninnern, namentlich dem Boden an solchen Stellen, wo menschlicher Kot hingelangt sein kann, nach Möglichkeit vermieden werden; allerdings wird dies kaum ganz zu erreichen sein, da z. B. ein sicherer Schutz für die mit dem Schlamm oder den Holzstempeln oft in Berührung kommenden Hände ausgeschlossen erscheint. Auf geeignete Kleidung, namentlich gutes Fußzeug ist immerhin Wert zu legen. Anderweitige, praktisch anwendbare Vorrichtungen oder Maßnahmen, welche geeignet sind, die Ansteckung durch die Haut zu verhindern, sind bisher nicht bekannt geworden; sie erscheinen auch nicht mehr so sehr erforderlich, nachdem durch die strenge Durchführung der Vorschriften über die Fernhaltung wurmbehafteter Leute und die Regelung des Abortwesens dem Hineingelangen wurmhaltigen Kotes in die Grubenbaue wirksam entgegengetreten ist.

Aber nicht nur innerhalb der Grube ist die Beobachtung möglichster Sauberkeit und Reinlichkeit als wirksames Bekämpfungsmittel sowohl dieser, wie der übrigen Infektionskrankheiten anzusehen, auch außerhalb der Grube sollten die Bergleute auf größte Sauberkeit halten. Erleichtert wird ihnen dies durch die Einrichtungen, welche von den Zechenverwaltungen zu diesem Zwecke über Tage bereitgestellt werden. Sie gründen sich auf die Bergpolizeiverordnung des Oberbergamts Dortmund vom 12. März 1900, in der für jede Zeche ein Raum zur Umkleidung und eine Badeanlage vorgeschrieben sind. Im rheinisch-westfälischen Revier ist es üblich, daß die Bergleute in Straßenkleidung zur Zeche kommen, und dort in der „Mannschaftskaue" ihren Straßenanzug gegen den Grubenanzug eintauschen. Nach der Arbeit reinigen sie sich durch ein Brausebad und ziehen den Straßenanzug wieder an. Alle 8 Tage und zwar regelmäßig am Sonnabend bei der letzten Schicht wird der Grubenanzug mit nach Hause genommen und dort gereinigt. Früher waren die Badeanlagen vielfach derartig eingerichtet, daß die ganze Schicht (meist mehrere hundert Personen) in einem oder mehreren Badebassins gemeinschaftlich badete. Schon im Jahre 1896 hat Löbker darauf hingewiesen, daß in diesem gemeinschaftlichen Bade leicht Eier vom After eines Wurmkranken abgespült werden und selbst bei häufigem Wasserwechsel an den Wandungen des Bassins haften bleiben und unter Umständen zur Entwicklung gelangen können. Er hat daher die Beseitigung der Bassins gefordert, wenn er auch annimmt, daß der Hauptinfektionsort für die Wurmkrankheit nicht in diesem gemeinschaftlichen Bade, sondern in der Grube selbst zu suchen ist. Es sind denn auch seither an die Stelle der Badebassins überall im Anschluß an die zum Umkleiden dienenden „Mannschaftskauen" Brausebadeinrichtungen getreten, in denen jedem

Bergarbeiter aus einer Brause auf etwa 30° erwärmtes Wasser in reichlicher Menge zur Verfügung steht. Das für diese Brausebäder benutzte Wasser besteht wohl überall, wo dessen Beschaffung möglich ist, aus reinem Leitungswasser. Gerade diese Brausebadeinrichtungen entsprechen in hervorragendem Maße allen Anforderungen der Hygiene und sind in jeder Beziehung zu empfehlen.

Die Mannschaftskauen selbst sind durchweg so eingerichtet, daß sie jedesmal nach der Benutzung, d. h. 2 bis 3 mal innerhalb 24 Stunden, gründlich gereinigt werden können. Dies geschieht durch Verwendung von Schlauchspritzen unter Zuhilfenahme von Schrubbern und Bürsten. Das abfließende Schmutzwasser wird durch Kanäle in die Vorflut abgeleitet.

Neben den Maßnahmen, durch Beobachtung möglichst großer Sauberkeit in und außerhalb der Grube eine Infektion nach Möglichkeit zurückzuhalten, erfordert noch die Trinkwasserversorgung in der Grube eine Erörterung. Im allgemeinen sind im rheinisch-westfälischen Kohlenbezirk und auch im Aachener Revier die Bergleute gewohnt, große, etwa 2 Liter oder mehr fassende Flaschen mit leichtem Kaffee zum Löschen des Durstes zur Arbeit in die Grube mitzunehmen. Im übrigen steht, wie schon früher erwähnt ist, fast überall infolge der Berieselungspflicht gutes einwandfreies Wasser zu Gebote. Wo Leitungen mit einwandfreiem Trinkwasser nicht vorhanden sind, wird in der Regel solches Wasser in Fässern oder Krügen in die Nähe der Arbeitsstelle geschafft oder auf Wunsch in den blechernen Kaffeekannen von Tage her mitgegeben.

Es mögen hier noch einige Versuche über die Anwendung von Zitronensäure als Vorbeugungsmittel gegen die Krankheit erwähnt werden. Auf Veranlassung des Bergarztes Dr. Goldman zu Brennberg in Ungarn war dort dem in kleinen hölzernen Fässern in die Grube gebrachten Trinkwasser Zitronensäure im Gewichtsverhältnis von 1 zu 100 zugesetzt; man schrieb dieser Maßnahme einen guten Teil des auf der Zeche Brennberg erzielten Erfolges zu, weil man der Ansicht war, die Zitronensäure verhindere im Verein mit der Salzsäure des Magens die Ansiedlung der Larven im menschlichen Körper. Durch Versuche ist jedoch festgestellt, daß eine 1 prozentige Zitronensäurelösung selbst im Verein mit künstlichem Magensaft nicht imstande ist, innerhalb 1 bis 2 Tagen die eingekapselten Larven zum Absterben zu bringen. Auf der Zeche Shamrock I/II sind sodann von Bruns an 26 Beamten Versuche mit der Darreichung von Zitronensäure angestellt worden; die eine Hälfte der Versuchspersonen war bereits vor Beginn der Zitronensäurekur wurmbehaftet, bei den übrigen, die in der Grube ungefähr die gleiche Beschäftigung wie die andere Gruppe hatten, ließ sich bei einer an 6 Tagen wiederholten mikroskopischen und kulturellen Untersuchung ihres Stuhlgangs auch nicht ein einziges Ankylostomenei feststellen. Von beiden Gruppen bekam die eine Hälfte Zitronensäure in beliebigen Mengen, die von der Zeche geliefert wurden, dem Getränk zugesetzt, die andere Hälfte nicht. Die Zitronensäure wurde von den Beteiligten des erfrischenden Geschmacks wegen gern genommen; der Versuch dehnte sich über 8 Monate aus und zeigte folgendes Ergebnis:

I. Vor Beginn des Versuchs wurmbehaftete Leute.

7 Personen bekamen Zitronensäure,

6 „ „ keine Zitronensäure.

Am Ende des Versuchs waren alle 13 Leute noch wurmbehaftet; keiner hatte durch die Zitronensäure seine Würmer verloren.

II. Vor Beginn des Versuchs nicht wurmbehaftete Leute.

6 Personen erhielten Zitronensäure,

7 „ „ keine Zitronensäure.

Am Ende des Versuchs zeigten von den 6 Personen 3 und von den 7 ebenfalls 3 bei jeder Untersuchung Wurmeier in ihrem Stuhl. Unter den vorher wurmfrei befundenen hatte also, gleichgültig ob sie Zitronensäure bekamen oder nicht, etwa die Hälfte im Laufe der Versuchszeit sich frisch mit Würmern infiziert. Irgend welche Einwirkung kann darnach der Zitronensäure nicht zugeschrieben werden.

Sechster Abschnitt.

Die bei der Bekämpfung der Ankylostomiasis im Oberbergamtsbezirke Dortmund erreichten Erfolge und aufgewendeten Geldmittel.

Nach den im vorigen Abschnitte geschilderten Gesichtspunkten ist in den bergbautreibenden Gegenden des Deutschen Reiches die Bekämpfung der Ankylostomiasis unternommen worden. Daß der dabei eingeschlagene Weg der richtige ist, dürften die Erfolge beweisen, welche in dem am schwersten betroffenen Gebiete, dem Oberbergamtsbezirke Dortmund, erreicht worden sind.

In diesem Bezirke sind im ganzen 234 Schachtanlagen teils durch Stichprobenuntersuchung der Belegschaften, teils durch Gesamtdurchmusterungen auf Ankylostomiasis untersucht worden. Auf 104 Schachtanlagen ergaben die ausgeführten Stichprobenuntersuchungen keinen Anhaltspunkt für eine Verseuchung mit dem Erreger der Wurmkrankheit; ebenso erwiesen sich weitere 17 Zechen, auf denen infolge Veranlassung ihrer Besitzer mikroskopische Gesamtdurchmusterungen stattfanden, als nicht verseucht. Auf den übrigen 113 Schachtanlagen, die als verseucht befunden wurden, sind wiederholte Durchmusterungen der gesamten Belegschaften ausgeführt. Vergleicht man das Ergebnis der jeweilig ersten Musterung auf diesen 113 Zechen mit dem der jeweilig letzten, so ergibt sich, daß bei jener im ganzen 13948, bei dieser 2352 Wurmbehaftete gefunden wurden; im Verlaufe von etwa 2 Jahren, über die sich die Musterungen verteilten, ist mithin eine Abnahme um 83,14 % eingetreten. Das Ergebnis erweist sich als noch günstiger, wenn man hierbei, wie dies wohl berechtigt ist, die wegen ihrer physikalischen Verhältnisse besonders ungünstige Zeche Graf Schwerin im Revier Dortmund III, auf der auch die mikroskopische Durchmusterung der Gesamtbelegschaft längere Zeit durchbrochen wurde (siehe unten), außer Betracht läßt: die Abnahme beträgt dann 85,18 %.

Die Zahlen der verseuchten Schachtanlagen und die der wurmbehaftet befundenen Bergleute in den einzelnen Revieren des Oberbergamtsbezirks Dortmund sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt. Es mag bemerkt werden, daß im Bergrevier Dortmund III nach Ausschaltung der Zeche Graf Schwerin die Gesamtzahl der Wurmbehafteten bei der ersten Musterung 2782, bei der jeweilig letzten 320, mithin die Abnahme 2462 = 88,50 % beträgt. Die hinter dem Durchschnitt erheblich zurückbleibende prozentualische Abnahme in den Revieren Dortmund I und Witten erklärt sich aus der Kleinheit der für die Prozentberechnung in Betracht kommenden Zahlen.

Laufende Nr.	Bergrevier	Zahl der untersuchten Schachtanlagen	Zahl der durch mikroskopische Untersuchungen als „verseucht" erkannten Schachtanlagen	Zahl der bei der ersten Musterung ermittelten Wurmbehafteten	Zahl der bei der jeweilig letzten Musterung ermittelten Wurmbehafteten	Abnahme der Wurmbehafteten	Bemerkungen
1	Hamm	3	—	—	—	—	
2	Dortmund I . . .	19	2	23	11	12 = 52,2 %	
3	„ II . . .	15	5	147	21	126 = 85,7 „	
4	„ III . . .	14	12	3596	726	2870 = 79,8 „	einschließlich Zeche „Graf Schwerin"
5	Ost-Recklinghausen	13	8	927	91	836 = 90,2 „	
6	West-Recklinghausen	12	1	124	2	122 = 98,4 „	
7	Witten	15	3	126	55	71 = 56,3 „	
8	Hattingen	18	6	146	17	129 = 88,4 „	
9	Süd-Bochum . . .	12	9	819	109	710 = 86,7 „	
10	Nord-Bochum . .	12	12	2098	517	1581 = 75,4 „	
11	Herne . . .	8	8	2180	182	1998 = 91,7 „	
12	Gelsenkirchen . .	11	10	477	54	423 = 88,7 „	
13	Wattenscheid . .	12	9	1237	218	1019 = 82,4 „	
14	Ost-Essen	12	3	29	5	24 = 82,8 „	
15	West-Essen . . .	16	3	430	51	379 = 88,1 „	
16	Süd-Essen . . .	18	12	635	148	487 = 76,7 „	
17	Werden	8	—	—	—	—	
18	Oberhausen . . .	16	10	954	145	809 = 84,8 „	
		234	113	13948	2352	11596 = 83,1 %	

Die Abnahme der Verbreitung der Wurmkrankheit, die aus diesen Zahlen für die Gesamtheit der Zechen im Oberbergamtsbezirke Dortmund wie für die einzelnen Reviere hervorgeht, hat sich auch bei jeder einzelnen Schachtanlage feststellen lassen. Allerdings ist diese Abnahme bei den einen Zechen rascher, bei den anderen langsamer erfolgt, was im wesentlichen darauf zurückgeführt werden muß, daß bei den stark betroffenen Zechen die Bekämpfung der Krankheit erheblich größeren Schwierigkeiten begegnete als auf den minder verseuchten. Die geringsten Erfolge wurden auf der Zeche Graf Schwerin erzielt, deren Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnisse die Entwicklung der Krankheitserreger und damit die Verbreitung der Krankheit unter den dort beschäftigten Bergleuten in besonderem Maße begünstigte. Die Er-

Bergrevier	Schachtanlage	Zahl der bei der jeweilig ersten Gesamtmusterung ermittelten Wurmbehafteten	auf je 100 Untersuchte	Zahl der bei der jeweilig letzten Gesamtmusterung ermittelten Wurmbehafteten	auf je 100 Untersuchte	Bemerkungen
Dortmund III . .	Erin	1011	74,5	97	6,7	Der Abschluß der jeweilig letzten für die nebenstehende Zusammenstellung in Betracht gezogenen Gesamtmusterungen fand auf den einzelnen Schachtanlagen in der Zeit vom Mai 1904 bis Mai 1905 statt.
	Zollern, Schacht I	246	19,0	15	1,6	
	„ II	152	16,6	9	0,8	
	Adolf v. Hansemann	326	26,7	43	3,5	
	ver. Germania, Schacht I	153	14,3	39	4,1	
	Mont Cenis, Schacht I	100	14,3	7	1,0	
	„ II	197	15,0	27	1,7	
	Westhausen	228	36,4	12	1,7	
	Borussia	310	54,5	46	6,6	
Ost-Recklinghausen	Schlägel u. Eisen, Schacht V/VI	73	10,4	6	0,7	
	König Ludwig, Schacht I, II, III, VI	663	38,7	46	2,5	
Hattingen . . .	Altendorf	68	11,6	2	0,4	
Süd-Bochum . .	Caroline	212	30,5	23	3,3	
	Prinz von Preußen	132	18,9	12	1,7	
	Dannenbaum, Schacht I	171	18,8	36	3,9	
	„ II	94	14,8	7	1,1	
Nord-Bochum . .	ver. Präsident, Schacht II	211	42,9	12	2,0	
	Lothringen	576	43,2	84	5,6	
	ver. Hannibal, Schacht I	325	38,4	133	8,1	
	ver. Carolinenglück	131	15,3	74	4,6	
	ver. Constantin d. Gr., Schacht I u. VI	208	29,9	24	4,4	
	„ II	254	38,5	24	4,6	
	„ IV u. V	143	12,6	15	1,2	
Herne	Shamrock I/II	803	36,1	33	1,6	
	Recklinghausen, Schacht I	144	12,6	37	2,7	
	Viktor	440	23,5	20	0,9	
	von der Heydt	166	17,9	13	1,5	
	Julia	228	19,5	10	0,9	
Gelsenkirchen . .	Consolidation, Schacht III u. IV	163	11,8	3	0,3	
Wattenscheid . .	ver. Engelsburg	224	22,9	39	3,7	
	Holland, Schacht III/IV	770	42,0	127	7,5	
West-Essen . . .	Wolfsbank	309	48,0	36	5,2	
	König Wilhelm, Schacht Neu-Cöln	80	11,3	7	1,1	
Süd-Essen . . .	ver. Sellerbeck, Schacht Müller	27	15,8	3	2,9	
	ver. Rosenblumendelle	90	10,3	22	2,4	
	ver. Wiesche	305	41,2	55	6,1	
Oberhausen . .	Concordia, Schacht I	131	12,9	4	0,5	
	Oberhausen, Schacht I, II u. III	329	14,9	63	3,3	

gebnisse der Untersuchungen, welche auf Grund von Gesamtmusterungen in der sonst üblichen Weise ausgeführt wurden, waren dort so wenig befriedigend, daß man sich für längere Zeit wieder an Stelle der mikroskopischen Untersuchungen darauf beschränkte, die krank aussehenden Bergleute auszumustern und der Behandlung zuzuführen. Jedoch hat auch auf dieser Zeche die Gesamtheit der Bekämpfungsmaßregeln eine erhebliche Besserung zur Folge gehabt. Während bei der ersten Gesamtmusterung im April bis Juni 1903 814 von 1232 Bergleuten, mithin 66,1 % wurmbehaftet befunden wurden, war dies bei einer neuerlichen, in der Zeit vom Dezember 1904 bis Mai 1905 abgehaltenen Gesamtmusterung nur noch bei 406 von 1230, also bei 33,0 % der Fall.

Auf allen übrigen Zechen des Oberbergamtsbezirks Dortmund erwiesen sich die Verhältnisse als erheblich günstiger. Allerdings war auch auf manchen von diesen bei der ersten Gesamtmusterung, und namentlich bei der in der Regel vorher erfolgten Stichprobenmusterung der Prozentsatz der Wurmbehafteten recht groß; doch kann die letztere weniger in Betracht kommen, da zu ihr, der Vorschrift entsprechend, die in feuchten und warmen Teile des Grubenbaues beschäftigten Belegschaftsmitglieder, also die der Ansteckung am meisten ausgesetzten, besonders herangezogen worden sind. In der vorstehenden Tabelle (Seite 512) sind diejenigen 38 Gruben zusammengestellt, auf welchen bei der ersten Gesamtmusterung die meisten Wurmbehafteten ermittelt worden sind; der tatsächlichen Zahl der auf diesen Zechen bei der ersten Gesamtmusterung wurmbehaftet Befundenen, welcher das Prozentverhältnis zu der Zahl der jeweils Untersuchten, d. h. der unter Tage Beschäftigten beigefügt ist, findet sich die Zahl der bei der jeweilig letzten Durchmusterung (unter Hinzufügung des gleichen Prozentverhältnisses) gegenübergestellt.

Ein Beispiel dafür, in welcher Weise die Erfolge der Bekämpfungsmaßregeln auf den einzelnen Zechen in der Regel eintraten, möge die Schachtanlage Shamrock I/II geben, auf welcher, wie vorher erwähnt ist, die Ausmusterung der Wurmbehafteten auf Grund mikroskopischer Kotuntersuchungen zuerst ausgeführt wurde.

Lfd. Nr.	Zeit der Musterung	Zahl der Untersuchten	davon wurmbehaftet	mithin von je 100
1	Dezember 1902 bis Mai 1903 .	2 223	803	36,1
2	Mai bis Juli 1903	2 374	678	28,6
3	August bis Oktober 1903 . .	2 263	389	17,2
4	November bis Dezember 1903 .	2 351	230	9,8
5	Januar bis Februar 1904 . .	2 408	199	8,3
6	März bis Mai 1904	2 371	149	6,3
7	Mai bis Juli 1904	2 224	97	4,4
8	Juli bis September 1904 . .	2 107	55	2,6
9	September bis Oktober 1904 .	2 129	33	1,6

Es ist also auf dieser Zeche in weniger als 2 Jahren gelungen, die Krankheit erheblich einzuschränken, ja nahezu gänzlich zu unterdrücken. Es konnte nunmehr das zuständige Oberbergamt die Zeche auf mehrere Monate von der Pflicht zur

mikroskopischen Untersuchung der Gesamtbelegschaft befreien. Jedoch wurde dafür eine weitere Musterung ausgeführt, welche sich auf diejenigen Leute beschränkte, bei denen ihrer Beschäftigung nach das ungünstigste Ergebnis erwartet werden konnte. So wurden nur diejenigen Grubenreviere bei dieser Untersuchung berücksichtigt, bei denen man vorher über 2 % der dort beschäftigten Leute wurmbehaftet befunden hatte. Man untersuchte ferner bei dieser Musterung diejenigen Arbeitergruppen, welche sich während der ganzen Dauer der Durchmusterungen durch besonders ungünstige Ergebnisse ausgezeichnet hatten. Man zog also die Spritzmeister, die Reiniger der Grubenaborte, die Förderaufseher und die untertägigen Beamten zu dieser Untersuchung heran. Ferner wurden die sämtlichen Leute untersucht, welche bei allen bis dahin ausgeführten Durchmusterungen ein oder mehrere Male wurmbehaftet befunden waren. Hierzu kamen noch die Nachuntersuchungen der neu angelegten Personen. Die mikroskopischen Untersuchungen wurden bei dieser Musterung mit besonderer Sorgfalt ausgeführt und bei zahlreichen Kotproben bis zur Entnahme von 10 Präparaten von einer Kotprobe ausgedehnt. Man durfte daher mit Recht erwarten, daß das Ergebnis dieser Untersuchung erheblich ungünstiger, als die vorhergehenden ausfallen werde. Dies war jedoch nicht der Fall, da nur 1,48 von je 100 sich wurmbehaftet erwiesen, obwohl die Musterung 1350 Mann umfaßte[1]).

Es mag noch erwähnt werden, daß auf dieser Zeche trotz des ständigen Wechsels der Belegschaft 633 Personen bei allen 10 Musterungen untersucht worden sind. Während nun von dieser Zahl in der ganzen Zeit 597 (= 94,3 %) 1 mal oder wiederholt wurmbehaftet befunden wurden, mithin fast die Gesamtheit befallen war, erwiesen sich von ihnen während der 3 letzten Musterungen nur noch 27 (= 4,52 %) als wurmbehaftet, und zwar wurde bei 22 zum erstenmal, bei 4 zum zweitenmal und nur bei 1 zum drittenmal die Ankylostomiasis festgestellt.

Es mag dahingestellt bleiben, ob bei den wiederholt wurmbehaftet Befundenen Neuansteckungen oder scheinbare Heilungen vorgelegen haben (vergl. den Abschnitt über die Behandlung), jedenfalls stellen die im vorstehenden gegebenen Zahlen es außer Zweifel, daß die mit großen wirtschaftlichen Opfern und Mühen durchgeführte Bekämpfung der Wurmkrankheit zu erfreulichen Erfolgen für Arbeitgeber und Arbeitnehmer geführt hat.

Obwohl in den Jahren 1902 und 1903 die Seuche sehr in der Ausbreitung begriffen war, ist nicht nur ein Stillstand der Krankheit erreicht, sondern sogar ein Zurückdrängen in solchem Maße, daß selbst weitgehende Erwartungen übertroffen sind. Wenn die bisherigen Maßnahmen genau in der gleichen Weise noch längere Zeit hindurch fortgesetzt werden, ist zu hoffen, daß die Erfolge in der Bekämpfung der Krankheit auch weiterhin zunehmen und daß es allmählich gelingen wird, auch die jetzt noch übrig gebliebenen Wurmträger von dem Übel zu befreien und damit die hauptsächlichste Ursache für die Blutarmut der Bergarbeiter zu beseitigen. Dies

[1]) Neuerdings ist in der Zeit vom 23. November bis 29. Dezember 1905 wieder eine Musterung nach den gleichen Grundsätzen ausgeführt worden; dabei haben sich von 1174 Untersuchten nur 2 (= 0,17 %) wurmbehaftet erwiesen.

Ergebnis wird allerdings nicht binnen kürzester Frist zu erreichen sein, sondern vielleicht noch manche Jahre ununterbrochener Arbeit erfordern. Im wesentlichen aber kann die Kraft der Seuche schon jetzt als gebrochen angesehen werden.

Es war von vornherein klar, daß die im vorhergehenden geschilderten Maßnahmen zur Bekämpfung der Krankheit im Oberbergamtsbezirke Dortmund nicht ohne große wirtschaftliche Opfer, sowohl seitens der befallenen Bergleute, wie seitens des allgemeinen Knappschaftsvereins zu Bochum, wie auch endlich seitens der einzelnen Bergwerksverwaltungen zur Durchführung gebracht werden konnten. Sowohl die Vorschrift über die Beibringung der Wurmfreiheitsatteste bei der Neuanlegung von Grubenarbeitern (§ 3 der Bergpolizeiverordnung vom 13. Juli 1903), als auch die Vorschrift, daß wurmkranke Bergleute zur Arbeit unter Tage nicht eher wieder zugelassen werden dürfen, als bis der Nachweis der Wurmfreiheit zuverlässig erbracht ist (§ 6 der gleichen Polizeiverordnung), waren geeignet, unter Umständen die Beschäftigung der betroffenen Arbeiter bei der Bergarbeit zu erschweren. Ebenso mußten die Abtreibungskuren, denen die Bergleute unterworfen wurden, namentlich im Anfang schädigend in die wirtschaftlichen Verhältnisse der Betroffenen eingreifen. Um dem seine Arbeitsstelle wechselnden Arbeiter den im § 3 geforderten Nachweis ohne Unterbrechung der Arbeitszeit zu ermöglichen, war zugelassen, daß die ärztliche Untersuchung auf Wurmkrankheit bereits innerhalb der letzten 14 Tage vor seiner Neuanlegung geschehen könne. Es war damit dem Arbeiter die Möglichkeit gegeben, sofort bei der Neuanlegung im Besitze des vorgeschriebenen Wurmfreiheitsattestes zu sein.

Außerdem aber suchten sowohl der Allgemeine Knappschaftsverein zu Bochum, wie auch die Besitzer der im Oberbergamtsbezirk Dortmund gelegenen Steinkohlenbergwerke in voller Erkenntnis der Wichtigkeit der Bekämpfung der Krankheit noch durch folgende Maßregeln die wirtschaftlichen Folgen für die von der Krankheit Betroffenen zu mildern:

1. Es wurde seitens des Vorstandes des Allgemeinen Knappschaftsvereins der Beschluß gefaßt, daß den Angehörigen der im Krankenhause untergebrachten Wurmbehafteten die Angehörigen-Unterstützung sofort vom 1. Tage der Krankenhausbehandlung an ausgezahlt werden konnte, ferner daß diejenigen Wurmbehafteten, welche mehrfach Wurmkuren unterzogen werden mußten, als in fortgesetzter Kur befindlich angesehen werden sollten, sodaß damit die weiteren Karenztage weder für die Wurmbehafteten, noch für ihre Angehörigen in Anwendung kamen.

2. Es wurde mit den untersuchenden Ärzten das Abkommen getroffen, daß die Wurmfreiheitsatteste zu einem verhältnismäßig niedrigen Satz (2 Mark für jedes Attest) honoriert wurden und daß das Personal der Zeche (Heilgehilfe) und die Einrichtungen der Zeche (Mikroskop, Untersuchungsstation) den Ärzten für diese Untersuchungen zur Verfügung gestellt wurden. Eine Anzahl von Zechen hat die Kosten für diese Untersuchungen vollständig auf sich genommen, oder läßt die neu zur Arbeit kommenden Bergleute durch eigene Ärzte unentgeltlich untersuchen.

3. Um den Wurmbehafteten im Krankenhause eine besonders sorgfältige Pflege angedeihen zu lassen, wurde seitens des Allgemeinen Knappschaftsvereins zu Bochum

beschlossen, den Krankenhäusern über den sonst vereinbarten Satz hinaus für jeden Behandlungstag einen Zuschuß von 50 Pfennig zu gewähren.

4. Der Verein für die bergbaulichen Interessen im Oberbergamtsbezirke Dortmund hat den sämtlichen Vereinszechen empfohlen, allen Wurmbehafteten für die Karenz- und Behandlungstage einen Zuschuß zu den knappschaftlichen Unterstützungen in solcher Höhe zu gewähren, daß dadurch der Betrag des vollen Krankengeldes erreicht wird. Diesem Vorschlage ist die überwiegende Mehrzahl der Zechen nachgekommen. Viele Zechen sind noch darüber hinausgegangen und zwar in verschiedener Weise. Ein großer Teil von ihnen zahlt allen Wurmbehafteten während der ganzen Behandlungszeit im Krankenhause unter Anrechnung der knappschaftlichen Unterstützungen den vollen Durchschnittsarbeitslohn. Hier wird also nicht nur das volle Krankengeld gegeben, sondern während der Behandlungszeit im Krankenhause oder in der Baracke darüber hinaus eine Unterstützung bis zur Höhe des Durchschnittsverdienstes. Ein anderer Teil zahlt den Bergleuten für die ersten 3 Karenztage den vollen Arbeitslohn, darüber hinaus während der ganzen Feierzeit bis zum Wiedereintritt in das Arbeitsverhältnis einen solchen Zuschuß zu den knappschaftlichen Unterstützungen, daß auch hier der volle Arbeitslohn erreicht wird. Eine weitere Gruppe vergütet den Bergleuten eine bestimmte Summe Geldes für jede ihnen infolge der Behandlung an Wurmkrankheit entgangene Arbeitsschicht und zwar meist so, daß für die Schicht 1 Mark gezahlt wird. Einige Zechen bemessen die von ihnen geleisteten Unterstützungen verschieden, je nach dem der Arbeiter ledig oder verheiratet ist oder auch noch für den Unterhalt von Kindern zu sorgen hat; z. B. wird für Unverheiratete 50 Pfennig, für Verheiratete 1 Mark, für Familienväter 1,50 Mark für eine entgangene Schicht vergütet. Nur wenige Zechen sind in ihren Leistungen hinter den vom bergbaulichen Verein empfohlenen Vorschlägen insofern zurück geblieben, als der Zuschuß bis zur Höhe des vollen Krankengeldes nur den verheirateten Bergarbeitern gezahlt wird, während die unverheirateten einen solchen bis zur Höhe des halben Krankengeldes bekommen. Für die zuletzterwähnten Zechen kommen jedoch nicht mehr als 2,5 % der Gesamtbelegschaft in Betracht.

Wie nicht anders zu erwarten ist, sind die Aufwendungen, welche einerseits vom Allgemeinen Knappschaftsverein, anderseits von den Zechenverwaltungen im Interesse der Bekämpfung der Ankylostomiasis im Oberbergamtsbezirk Dortmund geleistet worden sind, recht erheblich. Zu den nachfolgenden Angaben ist zu bemerken, daß sie sich teilweise auf Material stützen, das von den beteiligten Stellen nur durch Schätzung oder durch Annahme eines Durchschnittssatzes gewonnen ist, sodaß also die Zahlen nicht den Wert von genau rechnerisch festgelegten Beträgen beanspruchen dürfen, sondern nur als Übersichtszahlen Verwendung finden können.

I. In dem Bericht des Vorstandes des Allgemeinen Knappschaftsvereins zu Bochum an das Königliche Oberbergamt zu Dortmund über die ihm durch die Bekämpfung der Wurmkrankheit erwachsenen Kosten sind folgende Zusammenstellungen für die Jahre 1903 und 1904 gegeben worden:

Die Zahl der im Jahre 1903 an Wurmkrankheit behandelten Personen betrug 32576. Bei einem rechnerisch festgestellten Durchschnitt von 13,1 Behandlungstagen

für jede Kur ergaben sich für 1903 426745 Verpflegungstage; für das Jahr 1904 sind 13977 Fälle von Wurmkrankheit mit 122364 Verpflegungstagen nach den vom Oberarzt des Allgemeinen Knappschaftsvereins zu Bochum geführten Personalbogen festgestellt worden. Es werden auf Grund dieser Annahmen die ausgegebenen Summen für die beiden Jahre in folgender Weise berechnet:

	1903	1904	Zusammen
1. In den Satzungen unmittelbar vorgesehene Ausgaben:			
a) Krankenhauspflegekosten . .	853 490,00 M	244 728,00 M	1 098 218,00 M
b) Krankengeld und Angehörigen-Unterstützung	318 108,48 „	113 953,13 „	432 061,61 „
Zusammen	1 171 598,48 M	358 681,13 M	1 530 279,61 M
2. Aus dem besonderen Fonds zur Bekämpfung der Wurmkrankheit:			
a) für Druckschriften zur Belehrung	932,35 „	—	932,35 „
b) für Barackenanschaffung und Besoldung der Barackenärzte und -Wärter	78 314,04 „	28 080,30 „	106 394,34 „
c) für sonstige allgemeine Ausgaben (Mikroskope usw.) . .	16 082,81 „	742,00 „	16 824,81 „
Zusammen	95 329,20 M	28 822,30 M	124 151,50 M
Gesamtsumme (1 u. 2)	1 266 927,68 M	387 503,43 M	1 654 431,11 M

Damit wird unter dem Vorbehalt, daß für einige Beträge zahlenmäßige Angaben nicht gemacht werden können, die Gesamtsumme der im Jahre 1903 gemachten Aufwendungen auf 1266927,68 M, im Jahre 1904 auf 387503,43 M, oder in beiden Jahren auf 1654431,11 M berechnet.

II. Die von den Zechen bis zum Ende des Jahres 1904 gemachten Aufwendungen betragen nach Mitteilung der Zechenverwaltungen[1]):

1. Für die Einrichtung, Unterhaltung und Bedienung der Kotuntersuchungsstationen und als Honorar für die Ärzte, welche die Untersuchungen ausgeführt haben, 872520,43 M.

2. Für die Einrichtung und Instandhaltung der Baracken, für Mikroskope, ärztliche Instrumente und sonstige sachliche Ausgaben 193902,60 M.

3. Zuschüsse zu den Gehältern und Löhnen der wegen Befallenseins von der Wurmkrankheit in ärztliche Behandlung genommenen Beamten und Arbeiter, sowie Erstattung der Kosten für Bescheinigungen über Nichtbefallensein von der Wurmkrankheit 790823,53 M.

4. Wissenschaftliche Untersuchungen über die Bekämpfung der Wurmkrankheit, versuchsweise ausgeführte Desinfektionen der Gruben mit Desinfektionsmitteln, Kosten für Statistik und dergl. 143409,11 M.

[1]) An den diesen Angaben zugrunde liegenden Feststellungen haben sich sämtliche Zechen mit Ausnahme einiger ganz kleinen beteiligt.

5. Sonstige Ausgaben 40321,46 M.

Danach belaufen sich diese Aufwendungen der Zechen, die lediglich als für die Bekämpfung der Wurmkrankheit gemacht angegeben werden, ingesamt auf 2040977,13 M.

Es sind jedoch in diesem Betrage diejenigen Ausgaben nicht enthalten, welche von den Zechen für die Errichtung von Abortanlagen über Tage, für die Beschaffung von Abortkübeln in der Grube, für die Instandhaltung dieser Abortanlagen und für die Desinfektionsmittel, die den aufgesammelten Fäkalien zugesetzt werden, geleistet sind. Die hierfür aufgewendeten Summen werden auf 3692764,47 M. angegeben. Allerdings können diese Summen nicht lediglich der Bekämpfung der Wurmkrankheit zur Last gelegt werden, da durch diese Aufwendungen nicht nur die Bekämpfung der Ankylostomiasis, sondern die Verbesserung der ganzen gesundheitlichen Verhältnisse auf den Bergwerken eine wesentliche Förderung erfahren hat.

Daß diese erheblichen Aufwendungen nicht vergeblich gewesen, sondern durch die damit erreichten Erfolge belohnt worden sind, ist zweifellos nur der durch sie ermöglichten genauen Durchführung der im fünften Abschnitte geschilderten Maßnahmen zu danken. Namentlich hat dazu beigetragen, daß man, sobald auf einer Grube das Vorhandensein der Ankylostomiasis festgestellt war, durch mikroskopische Kotuntersuchungen der unter Tage beschäftigten Bergleute alle Wurmbehafteten aufsuchte und durch ihre Fernhaltung von der Arbeit unter Tage bis zur nachgewiesenen Wurmfreiheit sowie durch die mikroskopische Kotuntersuchung aller zuziehenden Bergleute das weitere Hineinbringen der Krankheitserreger in die Gruben verhinderte. Die übrigen Maßnahmen, in erster Linie die Regelung der Abortverhältnisse und das Verbot, unter Tage den Kot an anderen Stellen als in die Abortkübel zu entleeren, haben sich als wertvolle Hilfsmittel bei der Bekämpfung der Ankylostomiasis erwiesen.

Wie schon aus dem ersten Abschnitt hervorgeht, ist auch in den bisher nicht von der Ankylostomiasis heimgesuchten bergbautreibenden Gegenden des Deutschen Reiches die Aufmerksamkeit auf die drohende Gefahr gerichtet. Für ihre Abwehr sind die im rheinisch-westfälischen Kohlenrevier gesammelten Erfahrungen vorbildlich. Es ist zu hoffen, daß es mit den getroffenen Maßnahmen gelingen wird, dort die Einschleppung der Ankylostomiasis durch das einmütige Zusammengehen der Behörden, der Zechenverwaltungen und der Bergarbeiterschaft zu verhindern. Nur durch das Zusammenwirken dieser drei Faktoren ist in Rheinland-Westfalen ein so günstiger Erfolg erzielt worden.

Anhang.

1. Bergpolizeiverordnung, betr. Maßregeln zum Schutze der Gesundheit der Bergleute sowie zur ersten Hilfeleistung bei Unfällen.

Auf Grund des § 197 des Allgemeinen Berggesetzes vom 24. Juni 1865 G.-S. S. 705 ff.) in der Fassung des Gesetzes vom 24. Juni 1892 (G.-S. S. 130 ff.) wird für den Bezirk des unterzeichneten Oberbergamtes hierdurch verordnet was folgt:

I. Mannschaftskauen. § 1. Auf jeder Schachtanlage eines Bergwerkes, wo Bergleute regelmäßig ein- und ausfahren, muß ein der Stärke der Belegschaft entsprechend großer Raum vorhanden sein, in dem die Arbeiter sich umkleiden und sich aufhalten können. Der Raum muß reinlich, gut gelüftet und der Witterung entsprechend geheizt sein.

II. Bäder. § 2. 1. Auf jeder Schachtanlage eines Steinkohlenbergwerkes, wo Bergleute regelmäßig ein- und ausfahren, muß eine der Stärke der Belegschaft entsprechende Brausebäder-Anlage vorhanden sein und dauernd in gutem, sauberem Zustande erhalten werden. Die Anlage muß so eingerichtet sein, daß die Arbeiter, die das 18. Lebensjahr noch nicht vollendet haben, getrennt von den übrigen baden und sich aus- und ankleiden können.

2. Wasser, die dem Schachtsumpfe entnommen sind, dürfen zur Speisung der Bäder nicht verwendet werden.

3. Es bleibt dem Oberbergamte vorbehalten, diese Verpflichtungen aus besonderen Gründen auf einzelne Bergwerke anderer Art auszudehnen.

§ 3. Gemeinschaftliche Badebassins sind verboten.

III. Abortanlagen. § 4. Auf jedem Bergwerke ist unter und über Tage für die zweckmäßige Aufstellung einer dem Bedürfnisse genügenden Anzahl von Aborten Sorge zu tragen. Unter Tage sind insbesondere Aborte herzustellen:

a) bei allen Schachtfüllörtern:
b) in den Hauptförderstrecken bei denjenigen Punkten, wo die Zusammenstellung der Züge stattfindet;
c) in jeder Bauabteilung an einer geeigneten Stelle;
d) außerdem an solchen Punkten, wo nach der Bestimmung des Bergrevierbeamten die Einrichtung von Aborten notwendig ist.

§ 5. Sämtliche Aborte unter Tage müssen so eingerichtet sein, daß die zur Aufnahme des Kotes dienenden Gefäße undurchlässig, mit Deckel versehen und

transportabel sind. Die Entleerung dieser Gefäße darf nur über Tage und nur in besonders dazu hergerichtete undurchlässige Gruben erfolgen.

§ 6. 1. Die Aborte sind dauernd in einem sauberen, gebrauchsfähigen, sowie unter Benutzung geeigneter Zusätze in möglichst geruchlosem Zustande zu erhalten.

2. Beim Auftreten von Krankheiten, welche durch die menschlichen Ausscheidungen verbreitet werden können, sind auf Anordnung des Revierbeamten die Kotgefäße mit Desinfektionsmitteln zu versehen, und die Abortsitze beim Auswechseln dieser Gefäße unter Verwendung geeigneter Desinfektionsmittel zu reinigen.

§ 7. Die Entleerung des Kotes an anderen Stellen, als auf den Aborten, ist verboten.

§ 8. Die Verunreinigung der Aborte ist verboten.

§ 9. In allen zur Förderung und Fahrung dienenden Querschlägen und Strecken ist für ausreichenden Wasserabzug zu sorgen, um Schlammansammlungen nach Möglichkeit zu verhüten.

IV. Beschäftigung in hohen Temperaturen. § 10. Beim unterirdischen Grubenbetriebe einschließlich der Maschinenräume dürfen Arbeiter in einer Temperatur von 29° C oder mehr nicht länger als 6 Stunden täglich beschäftigt werden.

V. Vorkehrungen, betreffend die erste Hilfeleistung bei Unfällen. § 11. Für jede selbständige Schachtanlage müssen mindestens zwei in der ersten Behandlung von Unfallverletzten gründlich vorgebildete Personen vorhanden sein, von denen stets eine auf der Schachtanlage anwesend oder doch leicht erreichbar sein muß.

§ 12. Auf jeder selbständigen Schachtanlage muß über Tage ein zur Aufnahme und ersten Behandlung von Verletzten und Erkrankten geeignetes Zimmer vorhanden sein, das zu anderen Zwecken nicht benutzt werden darf.

§ 13. 1. Das im § 12 bezeichnete Zimmer muß verschlossen gehalten werden; es muß heiz- und ventilierbar, sowie jederzeit hell erleuchtbar, mit einer Wascheinrichtung, einer Zuleitung von warmem und kaltem Wasser und mit einem breiten Eingange versehen sein.

2. Außerdem muß das Zimmer enthalten:
   1. einen geeigneten Verbandtisch oder Stuhl,
   2. einen der Regel nach verschlossen zu haltenden Schrank mit den notwendigen Verbandsutensilien und Verbandsstoffen.

3. Als solche sind vorrätig zu halten:
   a) eine genügende Anzahl von Gummibinden zur elastischen Abschnürung von Gliedern,
   b) eine genügende Anzahl von Lagerungsschienen für die unteren Extremitäten,
   c) die nötigsten Instrumente, wie Scheeren, Messer und Pincetten,
   d) Schmierseife und Bürste,
   e) die notwendigsten Desinfektions- und Verbandmittel.

§ 14. Der Schlüssel zu dem im § 12 bezeichneten Zimmer ist einer zuverlässigen, stets leicht erreichbaren Person zu übergeben, die gleichzeitig für die dauernde sorgfältigste Reinigung des Zimmers Sorge zu tragen hat.

§ 15. Auf jeder selbständigen Schachtanlage muß mindestens ein Krankentransportwagen vorhanden sein.

§ 16. An geeigneten Stellen in der Grube sind Tragbahren zur Beförderung Verletzter und Erkrankter aufzubewahren. Auf je 100 in der Hauptförderschicht beschäftigte Personen muß mindestens eine Tragbahre vorhanden sein.

VI. Ausnahmen. § 17. Ausnahmen von den Vorschriften der §§ 2, 3, 10 bis 16 bedürfen der Genehmigung des Oberbergamtes, Ausnahmen von den Vorschriften der §§ 4 und 5 der Genehmigung des Bergrevierbeamten.

VII. Straf- und Schlußbestimmungen. § 18. Zuwiderhandlungen gegen diese Bergpolizeiverordnung werden gemäß § 208 des Allgemeinen Berggesetzes vom 24. Juni 1865 (in der Fassung des Gesetzes vom 24. Juni 1892) mit einer Geldstrafe bis zu 300 M, im Unvermögensfalle mit Haft bestraft.

§ 19. Die Bergpolizeiverordnung vom 2. April 1892, betreffend den Schutz der Bergarbeiter gegen Witterungseinflüsse, sowie der § 41 der Bergpolizeiverordnung vom $\frac{\text{12. Oktober 1887}}{\text{4. Juli 1888}}$, betr. die Wetterversorgung usw. werden aufgehoben.

§ 20. Die Bestimmungen der §§ 2 und 3 treten nach Ablauf eines Jahres, die übrigen nach Ablauf von 6 Monaten nach Verkündigung dieser Verordnung im Regierungs-Amtsblatt in Kraft.

Dortmund, den 12. März 1900.

Königliches Oberbergamt.

gez. Taeglichsbeck.

---

2. Bergpolizeiverordnung, betr. Maßregeln gegen die Wurmkrankheit der Bergleute.

Auf Grund des § 197 des Preußischen Allgemeinen Berggesetzes vom 24. Juni 1865 in der Fassung des Gesetzes vom 24. Juni 1892 wird nach Anhörung des Vorstandes der Sektion II der Knappschaftsberufsgenossenschaft für den Bezirk des unterzeichneten Oberbergamtes, soweit er die Regierungsbezirke Arnsberg und Düsseldorf, sowie von dem Regierungsbezirk Münster die Kreise Recklinghausen und Lüdinghausen umfaßt, verordnet, was folgt:

I. Feststellung des Umfanges der Krankheit.

§ 1. Der Besitzer eines jeden im Betriebe befindlichen Steinkohlenbergwerks hat alsbald auf seine Kosten durch einen geeigneten dem Königlichen Oberbergamte unverzüglich zu benennenden Arzt mindestens 20 Prozent der unterirdischen Belegschaft einer jeden selbständigen Schachtanlage (einschließlich der Betriebsbeamten) mittels des Mikroskops auf das Behaftetsein mit dem Eingeweidewurm (Ankylostomum duodenale) zuverlässig (vergl. § 7) untersuchen zu lassen und das Ergebnis dieser Untersuchung binnen längstens zwei Monaten, von dem Geltungsbeginn dieser Verordnung an gerechnet, dem Königlichen Oberbergamte, durchlaufend bei dem zuständigen Bergrevierbeamten unter Benutzung des dieser Verordnung beigefügten Formulars anzuzeigen.



Ob und inwieweit die im Abs. 1 vorgesehene Untersuchung auf einer Zeche etwa wiederholt oder auf andere Teile der Belegschaft ausgedehnt werden soll, bestimmt das Königliche Oberbergamt.

§ 2. Die nach § 1 zu untersuchenden Belegschaftsmitglieder sind von dem Bergwerksbesitzer unter Zuziehung des ebenda bezeichneten Arztes auszumustern. Dabei sind besonders die in feuchten und warmen Teilen des Grubengebäudes beschäftigten Belegschaftsmitglieder heranzuziehen. Unter den zur Untersuchung bestimmten müssen alle unterirdisch beschäftigten Arbeiterklassen, also Kohlenhauer, Gesteinshauer, Reparaturhauer, Schlepper, Schießmeister, Förderaufseher, Wettermänner, Spritzmeister, Schlosser (Rohrleger), Pferdetreiber, Grubenmaurer, Anschläger und Bremser, sowie die Beamten vertreten sein, und zwar in demselben Verhältnis von mindestens rund 20 Untersuchten auf je 100 Angehörige der einzelnen Beschäftigungsarten.

II. Sicherung gegen die Weiterverbreitung der Krankheit.

§ 3. Der Werksbesitzer darf einen Arbeiter oder Beamten, der von Inkrafttreten dieser Verordnung an auf einem Steinkohlenbergwerk angelegt wird, zur Arbeit unter Tage nicht eher zulassen, als bis auf Grund einer zuverlässigen, nicht länger als zwei Wochen zurückliegenden ärztlichen Untersuchung schriftlich bescheinigt ist, daß in dessen Stuhlgang Wurmeier nicht vorhanden sind.

§ 4. Der Werksbesitzer ist verpflichtet, jeden nach Maßgabe des § 3 untersuchten Arbeiter oder Beamten, sofern derselbe weiterhin unter Tage beschäftigt werden soll, in der sechsten Woche seit dem Abschluß der ersten mikroskopischen Kotuntersuchung einer erneuten solchen Untersuchung unterziehen zu lassen, die sich aber auf die mikroskopische Prüfung nur eines Stuhlganges beschränken darf.

Diese Untersuchung muß durch einen der vom Oberbergamt hierzu ermächtigten Ärzte (§ 7) erfolgen.

III. Allgemeine Vorschriften.

§ 5. Die Arbeiter und Beamten der Steinkohlenbergwerke sind verpflichtet, sich den zur sachgemäßen Durchführung der mikroskopischen Untersuchung vom Arzt für erforderlich erklärten Maßregeln zu unterwerfen.

§ 6. Ein Belegschaftsmitglied, welches durch die mikroskopische Untersuchung als mit dem Wurm behaftet festgestellt worden ist, darf zur Arbeit unter Tage nicht eher wieder zugelassen werden, als bis auf Grund einer zuverlässigen ärztlichen Untersuchung schriftlich bescheinigt ist, daß in seinem Stuhlgang Wurmeier nicht mehr aufgefunden worden sind.

Soweit die Zahl der auf diese Weise zu gleicher Zeit von der Beschäftigung unter Tage ausgeschlossenen Arbeiter einer selbständigen Schachtanlage 15 Prozent der ganzen unterirdischen Belegschaft dieser Schachtanlage übersteigt, greift das Verbot des Absatzes 1 nicht Platz.

§ 7. Die Namen und Wohnungen derjenigen Ärzte, welche zur Ausstellung der in dieser Verordnung verlangten schriftlichen Bescheinigung seitens des Oberbergamtes ermächtigt werden, sind durch Aushang auf jeder selbständigen Schachtanlage bekannt zu machen.

Als zuverlässig im Sinne dieser Verordnung ist diejenige Untersuchung anzusehen, welche die mikroskopische Prüfung von mindestens drei an verschiedenen Tagen stattgefundenen Kotentleerungen des untersuchten Arbeiters oder Beamten umfaßt hat.

§ 8. Die in den §§ 3, 4 und 6 dieser Verordnung verlangten ärztlichen Bescheinigungen, welche das Ergebnis der an den einzelnen Tagen vorgenommenen mikroskopischen Untersuchungen erkennen lassen müssen, sind als Anlagen der Belegschaftsliste auf der Zeche aufzubewahren.

§ 9. Ausnahmen von den Vorschriften dieser Verordnung bedürfen der Genehmigung des Oberbergamtes.

§ 10. Zuwiderhandlungen gegen diese Bergpolizeiverordnung, insbesondere auch gegen eine gemäß § 1, Absatz 2 getroffene Bestimmung des Oberbergamtes, und gegen die bei einer Ausnahmegewährung etwa gesetzten besonderen Bedingungen werden gemäß § 208 des Preußischen Allgemeinen Berggesetzes vom 24. Juni 1865 in der Fassung des Gesetzes vom 24. Juni 1892 mit einer Geldstrafe bis zu 300 M, im Unvermögensfalle mit Haft bestraft.

§ 11. Die Verordnung tritt am 1. August 1903 in Kraft.

Dortmund, den 13. Juli 1903.

Königliches Oberbergamt.

gez. Baur.

---

3. Bergpolizeiliche Anordnung, betreffend Sicherheitsmaßregeln gegen die Wurmkrankheit auf dem Steinkohlenbergwerke . . . . ., Schachtanlage . . . . .

Nachdem festgestellt worden ist, daß unter den auf der Zeche . . . . beschäftigten Bergleuten die Wurmkrankheit aufgetreten ist, und da diese Krankheit sich als eine Gefahr für das Leben und die Gesundheit der Arbeiter darstellt, wird auf Grund des § 196 und des § 198 des Preußischen Allgemeinen Berggesetzes vom 24. Juni $\frac{1865}{1892}$ zur Bekämpfung der Krankheit unter den Bergleuten der genannten Zeche für das Bergwerk hierdurch angeordnet, was folgt:

§ 1. Der Bergwerksbesitzer hat alsbald bis auf weiteres auf seine Kosten eine ständige sich regelmäßig wiederholende zuverlässige Untersuchung der ganzen unterirdischen Belegschaft durch einen geeigneten, dem Königlichen Oberbergamte zu benennenden Arzt mittels des Mikroskops bewirken zu lassen. Wöchentlich sind mindestens je 200 Belegschaftsmitglieder dieser mikroskopischen Untersuchung zu unterziehen.

Das Untersuchungsergebnis ist am Schluß jeder Woche vom Bergwerksbesitzer dem Königlichen Oberbergamte unter Benutzung des in der Anlage beigefügten Formulars mitzuteilen.

§ 2. Kein Belegschaftsmitglied, welches mit dem Wurm behaftet festgestellt ist, darf ferner zur Arbeit unter Tage zugelassen werden, solange nicht der schriftliche ärztliche Nachweis erbracht ist, daß bei ihm keine Wurmeier mehr festgestellt



worden sind. Dieser Nachweis ist bei der im § 4 dieser Anordnung vorgesehenen Liste aufzubewahren.

Soweit die Zahl der auf diese Weise zu gleicher Zeit von der Beschäftigung unter Tage ausgeschlossenen Arbeiter 15 % der ganzen unterirdischen Belegschaft übersteigt, greift das Verbot des Abs. 1 nicht Platz.

§ 3. Die Belegschaftsmitglieder sind verpflichtet, sich den zur sachgemäßen Durchführung der mikroskopischen Untersuchung vom Arzt für erforderlich erklärten Maßregeln zu unterwerfen.

§ 4. Jedes Belegschaftsmitglied, welches einer Wurmabtreibungskur unterzogen worden ist, ist in Zwischenräumen von je vier Wochen seit Beendigung der letzten Abtreibungskur einer mindestens dreimal zu wiederholenden mikroskopischen Nachuntersuchung zu unterwerfen.

Eine Listenführung, welche neben derjenigen der eigentlichen Arbeiterliste (§ 93 Preuß. Allg. Bergges.) einzurichten ist und die sämtlichen Mitglieder der unterirdischen Belegschaft zu umfassen hat, muß erkennen lassen, daß den Anforderungen des Abs. 1 genügt ist.

§ 5. Die zur Aufnahme des Kotes unter Tage dienenden Gefäße dürfen nicht aus Holz bestehen, müssen einen wasserdicht verschließbaren Deckel besitzen und nach jeder Entleerung mittels heißen Dampfes gereinigt und desinfiziert werden.

Auch sind sie nach jeder Entleerung besonders auf ihre Undurchlässigkeit und Verschlußdichtigkeit zuverlässig vor ihrer neuen Benutzung zu prüfen.

§ 6. Die Wartung und Desinfektion der Aborte unter Tage, sowie ihre Entleerung hat durch besonders hiermit zu betrauende Arbeiter zu erfolgen, von denen mindestens je einer für jedes Steigerrevier vorhanden sein muß.

Von ihnen ist auch die Umgebung eines jeden Abortes unter Tage auf der Sohle bis zu 2 m Entfernung sorgfältig zu desinfizieren.

§ 7. Grubenwasser, soweit sie nicht unmittelbar dem Mergel entnommen sind, dürfen zur Speisung der Spritzwasserleitung nicht verwendet werden.

§ 8. Diese bergpolizeiliche Anordnung tritt mit Ausnahme des § . ., welcher am . . . . in Kraft tritt, am . . . . in Geltung.

Sie ist in das Zechenbuch einzutragen und durch dauernden Aushang einer stets lesbaren Abschrift der §§ 1 bis 8, sowie durch Verlesen der §§ 1 bis 4 Abs. 1 und des § 9 der Belegschaft bekannt zu machen.

§ 9. Zuwiderhandlungen gegen die Bestimmungen dieser Anordnung werden nach § 208 des Preußischen Allgemeinen Berggesetzes mit Geldstrafen bis zu 300 M oder im Unvermögensfalle mit Haft bestraft.

Dortmund, den . . . . 1903.

(L. S.)

Königliches Oberbergamt.



Untersuchungen über den Erreger der Vaccine.

II.

Von

Dr. S. von Prowazek,

wissenschaftlichem Hilfsarbeiter im Kaiserlichen Gesundheitsamte.

(Mit 7 Textabbildungen.)

Im Anschluß an den in den „Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte“ XXII. Band 3. Heft bereits veröffentlichten ersten Teil der „Untersuchungen über den Erreger der Vaccine“ wurden nach dem bereits dort entworfenen Plan zunächst die Veränderungen, die sich in der Haut der mit dem Vaccinevirus angesteckten Kälber abspielen, genau untersucht. Das Material erhielt ich vom Vorsteher der Anstalt zur Gewinnung tierischen Impfstoffes zu Berlin, Herrn Geh. Medizin.-Rat Dr. M. Schulz und erlaube mir an dieser Stelle hierfür meinen ergebensten Dank auszusprechen.

Die mit einem Rasiermesser abgetragenen Kalbspocken wurden in einer Mischung von $^2/_3$ heiß gesättigter Sublimatlösung und $^1/_3$ 90 % Alkohol fixiert; in vielen Fällen wurde, um die stark fällende Wirkung des Sublimats hintanzuhalten und eine feinere optische Differenzierung anzubahnen, etwas wässerige gesättigte Pikrinsäurelösung zugesetzt, die dann allerdings ein nachheriges, gründliches Auswaschen erfordert. Die Schnittdicke betrug 5—6 μ. Gefärbt wurde nach verschiedenen Färbungsmethoden, von denen besonders Heidenhains Eisenhaematoxylin, Grenachers Haematoxylin, Ehrlich-Biondis Dreifarbengemisch sowie Giemsas Eosinazur hier hervorgehoben werden mögen. Giemsas Eosinazur liefert je nach dem Grade der Alkoholdifferenzierung sowie je nach der Fixierung sehr verschiedene Ergebnisse, — bald sind die Kerne und die Guarnierischen Körper rotviolett, bald mehr blau gefärbt, oder es färben sich die Guarnierischen Körper im Gegensatz zu den blauen oder violetten Kernen nur rot; man darf eben aus diesen Gründen aus den Färbungen der Schnitte nicht sehr weitgehende Schlüsse auf die chemisch-physiologische Natur der fraglichen Gebilde ziehen. Kürzlich wiesen auch E. v. Leyden und W. Löwenthal auf das verschiedenartige, bald rote, bald blaue Aussehen der Kerne der Amöben (Entamoeba buccalis) nach der Giemsafärbung hin und meinten, daß die im Kern vorkommende Substanz, die zu den sog. Kernfarben eine besondere Verwandtschaft besitzt, durch Giemsas Eosinazur in zwei verschieden gefärbten Modifikationen dargestellt wird. Sie schlugen daher auch vor, die beiden Modifikationen je

nach ihrer Färbung als Erythrochromatin und Cyanochromatin zu unterscheiden[1]).

Für das Studium der Nukleolarsubstanzen empfiehlt sich besonders die allerdings etwas launenhafte und wenig dauerhafte Mallorysche Methode, die bei Protozoen mit gleichem Erfolg bereits Thon (Archiv f. Protistenkunde, 5. Bd. 1905) in Anwendung gebracht hatte; mit ihr färben sich die Nukleolarsubstanzen gelb oder gelbrot und heben sich so deutlich von dem blauen oder violetten Grunde ab.

Die histologischen Verhältnisse innerhalb der Kalbspustel werden durch zahlreiche Leukozyten sowie durch mannigfache Degenerationsprodukte und -vorgänge, die C. Weigert in seiner grundlegenden Schrift „Anatomische Beiträge zur Lehre von den Pocken, Breslau 1874" unter dem Namen der diphtheroiden Degenerationsform zusammengefaßt hat, sehr verwirrt und die Klarheit des pathologisch-anatomischen Bildes erleidet mitunter eine derartige Trübung, daß die Präparate für feinere zytologische Studien so gut wie ungeeignet sind. Vor allem muß man das sog. Stratum granulosum (Unna) der Haut von der Untersuchung ausschließen, da hier äußerst zahlreiche störende Granulationen in der Art von kleineren oder größeren, runden oder länglichrunden, ja auch stabförmigen Gebilden vorkommen, die zweierlei Natur zu besitzen scheinen. Die einen haben ungefähr das Aussehen von Colloidsubstanzen, färben sich schlechter mit Haematoxylin und sind zumeist etwas unregelmäßig gestaltet. Ich möchte sie mit dem Eleidin vergleichen, im Gegensatz zu den länglichen, dichten, mit Kernfarbstoffen stark sich beladenden Körnchen, die wohl Keratohyalinkörner sind. Ranvier betrachtet das Eleidin als eine Vorstufe des Keratohyalins, das H. Rabl aus dem Kern enstehen läßt. Bei Entzündungen schwindet nach Ranvier das Eleidin.

Diese Granulationen sind auch in der Glyzerinlymphe sowohl im Ausstrich als auch im Dauerpräparat (Fixierung $^2/_3$ konz. Sublimatlösung und $^1/_3$ 90% Alkohol heiß angewendet) zu beobachten und unterscheiden sich von den in der ersten Mitteilung beschriebenen, rätselhaften Lymphkörperchen der kleinsten Epithelfragmente durch das Fehlen des hellen Hofes um den dunkel färbbaren, länglichen oder hantelförmigen Inhalt, der von einer gallertigen Hülle umgeben zu sein scheint. Diese letzteren Körperchen waren in Schnittpräparaten sehr schwer zu finden, doch konnte ich sie einigemale in den tieferen Schichten des Stratum Malpighi sowie in den diphtheroiden Veränderungen der Kalbspustel selbst nachweisen.

Sowohl die Haupt- als Nebenherde der vom Pockenvirus ergriffenen Hautbezirke besitzen anfänglich vergrößerte, geblähte, flüssigkeitsreiche Zellen, die ein gelockertes Retikulum zu führen scheinen und eine geringe Verwandtschaft zu den Farbstoffen haben, eine Eigenschaft, die besonders nach Färbungen mit dem Ehrlich-Biondischen Gemisch sehr deutlich wird. Neben den meist von einem hellen Hof

[1]) „— denn es spielt zweifellos bei dem Ausfall der Färbung auch das physikalische Verhalten der zu färbenden Substanz eine nicht unwesentliche Rolle. Als Beispiel hierfür möge die von L. Michaelis uns mündlich mitgeteilte Beobachtung dienen, daß ein (geschädigter) Kern eines polynukleären Leukozyten die Rotreaktion viel leichter gibt, als im intakten Zustand." Entamoeba buccalis Prwk. bei einem Fall von Karzinom d. Mundbodens. E. v. Leyden u. W. Loewenthal Charité-Annalen XXIX. Jhrg.

umgebenen Kernen findet man die gleichfalls in einer Art von Vakuole ruhenden Guarnierischen Körper, auf deren Beschreibung ich erst später in Kürze eingehen will. Die Kerne zeigen in der Folge allerhand Dellen und tiefe Einschnürungen, ihre Oberfläche ist mitunter von zarten Rillen durchzogen und das Chromatin verbäckt zu oberflächlich liegenden Ballen und Strängen; an günstigen Objekten kann man auch den Austritt von Kernsubstanzen verfolgen. Die Zellen werden in der Folgezeit zusehends hyaliner, vakuolenreicher und verwandeln sich unter Flüssigkeitsanreicherung und Kernschwund zu dichten, schwammigen und netzartigen Massen, — eine eigenartige Epithelentartung, die C. Weigert im Vergleich zu der von Wagner beschriebenen Degenerationsart bei der Diphtherie „diphtheroide" Degeneration genannt hat. Dabei kommt es auch zu Riesenzellbildungen und man sieht allerhand Übergänge zu der ballonierenden Degeneration und retikulierenden Kolliquation (Unna) der Zellen. Anfangs bemerkt man in den einzelnen Herden noch einige wenige Kerne und Eiterzellen, im allgemeinen stellen sie aber später nur leblose Massen dar, die in ihrer Umgebung allerhand Reizerscheinungen und auch Wachstumsvorgänge auslösen. (Vergl. Studies on the Pathology and on the Etiology of Variola and of Vaccinia. Patholog. Laboratory Harvard medic. School.) In der Kalbspustel ist besonders das ziemlich rasche Verschwinden der Kerne und die Bildung von abgeschlossenen Räumen mit zu einem Netzwerk umgebildeten, diphtheroiden Massen auffallend. Die Zellen werden nicht etwa durch eine Flüssigkeitsansammlung von unten her beiseite und zusammengedrängt, da einerseits einzelne Zellen selbst ziemlich hydropisch aussehen, andererseits wiederum zwischen ihnen einzelne kleinere lokale Flüssigkeitsansammlungen auftauchen, die sie voneinander entfernen, sie isolieren und unter Umständen erst in der Folge zusammendrücken. Auf diese Weise entstehen einzelne, zusehends blässer sich färbende Zellnester und -herde, die schließlich auch eingeschmolzen und zu einem diphtheroiden Reticulum umgebildet werden. In dem diphtheroiden Netzwerk, dessen Bedeutung bei der Bildung der gedellten Pocke C. Weigert in mustergültiger Weise beschrieben hat, findet man besonders nach der Eisenhaematoxylinfärbung ab und zu schwarz sich färbende, in Alveolen liegende Körnchen, die ich auf die letzten Reste der aufgelösten Kerne zurückführen möchte.

Die mit dem Pockenvirus geimpfte Kaninchenhornhaut verhält sich wesentlich anders. Die Zellen sind zwar von der 60. bis 70. Stunde angefangen oft von vollkommen scharfen Vakuolen durchsetzt und in den Interzellularräumen kommt es auch zur Abscheidung von Flüssigkeiten, die Kerne lösen sich aber nicht völlig auf, sondern zerstieben oft gleich den Guarnierischen Körperchen raketenartig in der Zelle, die sich meist abrundet, an der Oberfläche eine Verdichtung erfährt und schließlich abgestoßen wird, auf diese Weise kommt es zu umfangreichen Epithelverlusten, so daß stellenweise die Lamina elastica anterior oder die Bowmansche Membran frei daliegt. Vielleicht kann man sich auf Grund des verschiedenen Verhaltens des Kälberepithels und der Kaninchenhornhaut dem Vaccinevirus gegenüber die Verschiedenheiten bei den Immunitätserscheinungen erklären, indem dort die aus der Auflösung der Kerne und Zellen hervorgegangenen, Immunkörper enthaltenden

Massen längere Zeit in den abgeschlossenen Räumen der Pocke gleichsam aufbewahrt werden, um schließlich doch zum Teil im Organismus zu kreisen, während in der Kaninchenhornhaut bald Defekte entstehen, die Zellen abgestoßen werden und die Immunität daher einen mehr örtlichen Charakter gewinnt.

In den infizierten Zellen des Kälberepithels findet man die verschieden gestalteten Guarnierischen Körper, die nach den meisten früheren Arbeiten (Monti, L. u. E. Pfeiffer, Salmon, Hückel, Bossalino, Gorini, Wasielewski, Foà u. a.) und den eigenen Kontrolluntersuchungen zufolge (negative Ergebnisse bei mechanischen Verletzungen, Trypsin-, Glyzerinimpfungen und Vitalfärbungen) jetzt für die Vaccine als eigenartig aufzufassen und im allgemeinen den in der früheren Abhandlung bereits beschriebenen Guarnierischen Körpern aus der Kaninchenhornhaut ähnlich sind. Mit Eisenhaematoxylin, manchmal mit Grenachers Haematoxylin kann man an ihnen auf den älteren Entwicklungsstufen die beiden Komponenten, die ich früher als die chromatoide und plastinartige Komponente bezeichnet habe, nachweisen. Auch in den Talgdrüsenzellen findet man Guarnierische Körperchen, um die sich dann infolge des derbalveolären Protoplasmas bei der Konservierung kein heller Hof, der ein Kunstprodukt ist, ausbilden kann. Da in diesen Zellen die Chromatinsubstanzen mehr zerstreut sind (vergl. Gurwitsch, Physiologie und Morphologie d. Zelle), so treten sie hier häufiger auf der Peripherie auf und sind wegen der Protoplasmaalveolen oft ausgezackt. Mit Giemsafärbungen erhält man wegen des verschiedenartigen Differenzierungsgrades der Schnitte durch den 90%-igen und absoluten Alkohol keine eindeutigen Bilder. In den Guarnierischen Körpern kann man in geeignet gefärbten Schnitten mit der homog. Immers. 2 mm, Apert. 1,40 und Okular 12 die früher bereits beschriebenen Initialkörper nachweisen; sie sind den Initialkörpern der von Mallory bei Scharlach genauer beschriebenen Körperchen ähnlich.

Bei dieser Gelegenheit möchte ich nochmals meine Beobachtungen an den Guarnierischen Körperchen der Kaninchenhornhaut zum Teil zusammenfassend wiederholen, zum Teil ergänzen.

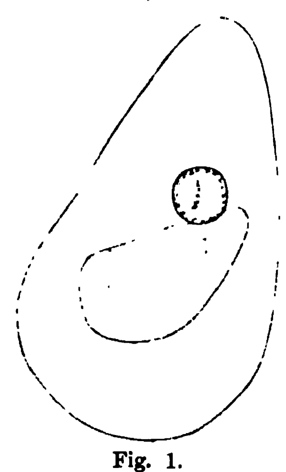
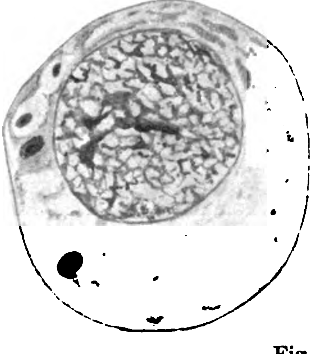


Fig. 1.

Im frischen Präparat besitzen die jüngsten Guarnierischen Körper ein opakes Aussehen und liegen oft dicht dem Kern an, wobei sie nicht etwa eine Tropfenform annehmen, sondern sich halbkugelförmig der Kernmembran anschmiegen, eine Tatsache, die nicht für eine vollkommen leichtflüssige Beschaffenheit der fraglichen Gebilde sprechen würde, — später runden sie sich mehr ab und man kann an ihnen nun eine dichtere, etwas lichtbrechendere periphere Kontur, der nach innen zu auch verschiedene Granulationen anliegen, und einen mehr flüssigen Inhalt feststellen. In vielen Körpern beobachtet man mit Okular 12 oder 18 u. homog. Immers. 3 mm, Apert. 1,40 bei entsprechender Blendenbenützung 1—2 und mehr meist hantelförmig oder stäbchenartig gestaltete Initialkörper, die keine deutliche Struktur erkennen lassen und ein lichtbrechenderes sehr leicht grünlich schimmerndes Aussehen besitzen. (Fig. 1, natives

Präparat mit Zeichenapparat. Homg. Immers. 2 mm, Okular 12.) Auf älteren Stadien führten sie innerhalb des hellen Guarnierischen Körperchens manchmal Bewegungen aus, die ich auch den Herrn Dr. Küster-Halle und Dr. Steche-Leipzig demonstrieren konnte. Wie ich bereits früher mitgeteilt habe, kann man die Initialkörper auch an guten Schnitten durch die Kaninchenhornhaut bei entsprechender Differenzierung nach der Giemsa-Eisenhaematoxylin, Victoriablau-, Dahlia- oder Gentianaviolettfärbung (bei den letzteren Färbungen empfiehlt sich eine Nachbehandlung mit 10 %-iger wässeriger Tanninlösung, sodann, nach gründlichem Auswaschen, mit 1 %-iger wässeriger Brechweinsteinlösung) mittels der homog. Immers. 2 mm Apert. 1,40 innerhalb der Guarnierischen Körperchen nachweisen, während sie im Protoplasma selbst sehr schwer darstellbar sind. Im letzteren Falle sind sie stark färbbar und erscheinen entweder als kurze, ovale oder stäbchenförmige 1—1 ½ μ lange Körperchen, die zuweilen in zwei ungleich große chromatische Punkte zerfallen, und selbst von einer gallertigen Substanz umhüllt zu sein scheinen, denn meist sind sie von einem ovalen oder eiförmigen, hellen Hof umgeben. (Fig. 2. Ausstrichpräparat Giemsafärbung. Mit Zeichenapparat gez. Homog. Immers. 2 mm, Okular 12.)



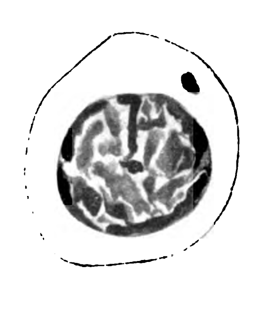


Fig. 2.

Noch besser kann man die Initialkörper in Ausstrichpräparaten aus der Kanichenhornhaut, die mit dem käuflichen, fertigen Giemsafarbstoff gefärbt wurden, studieren und ist außerdem in der Lage festzustellen, daß hier die Guarnierischen Körper unmittelbar mit dem Protoplasma der Epithelzelle in Zusammenhang stehen und nicht nach Art eines Fremdkörpers oder fremden Lebewesens innerhalb einer Alveole oder Vakuole in die Wirtszelle eingebettet sind.

Auf älteren Entwicklungsstufen müssen die Guarnierischen Körperchen eine andere physikalische Beschaffenheit im Gegensatz zu dem Kern annehmen, denn bei dem Trockenausstrich bildet sich ihr Inhalt zu einem äußerst deutlichen fibrillären Reticulum um, während der Kern nur von ganz derben gerinnseligen Balken der chromatischen Substanz durchzogen ist (Fig. 3).

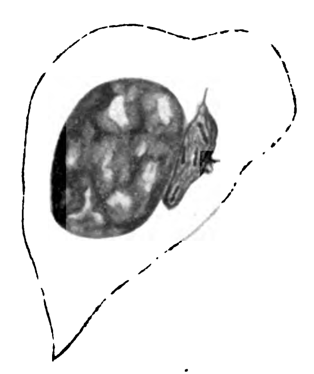


Fig. 3.

In den Ausstrichpräparaten sieht man oft bereits in den jüngten Guarnierischen Körpern die strichartigen Initialkörper, die später auch hantelförmig gestaltet sind (Fig. 2); in einigen wenigen Fällen konnten sowohl im frischen (b), als auch im Ausstrichpräparat (a) eigenartige Winkelstellungen des Initialkörperchens beobachtet werden, die man auf Teilungsstadien zurückführen könnte.

(Fig. 4 a. Ausstrichpräparat, b. natives Präp. mit Zeichenapparat gez. Homog. Immers. 2 mm, Okular 12, ferner Fig. 3 desgl.)

Neben diesen Vermehrungsbildern wurden auf älteren Entwicklungsstufen innerhalb der Initialkörper noch Bildungen wahrgenommen, die ich mit Dauerzuständen vergleichen möchte. Bei entsprechender Entfärbung mit Alkohol findet man nämlich etwas lichtbrechendere, scharf umschriebene, ovale Gebilde in dem etwas verbreiteten Ende des Initialkörperchens, denen sich der Farbstoff, ohne einzudringen, ziemlich dick anlagert, während der restliche Teil des Initialkörpers ihnen an der Spitze in Knötchenform anliegt. (Fig. 5, 6 u. 7 nach 12 täg. Infektion. Ausstrichpräparat mit Zeichenapparat gez. Homog. Immers. 2 mm, Okular 12.)

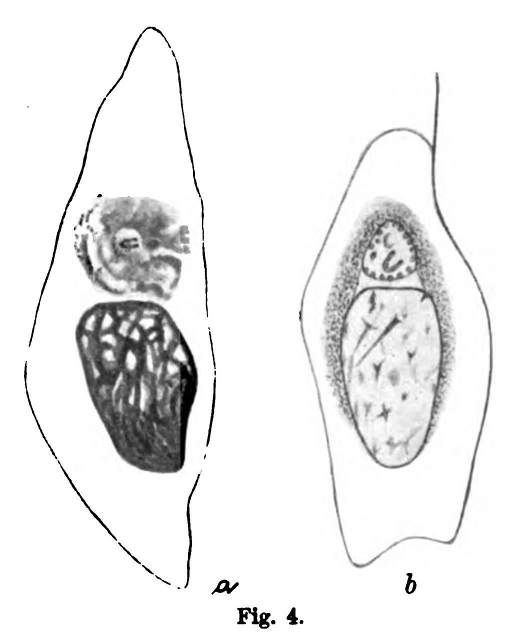


Fig. 4.

Für eine Deutung der fraglichen Körper als Sporen würde auch das folgende, zweimal mit gleichem Erfolg ausgeführte Experiment sprechen: Es wurden Hornhäute von 16, 23, ferner 93 und 98 Stunden durch 4—5 Tage im Vakuum im Exsikkator getrocknet, dann mit Glaspulver sehr fein zerrieben und mit dem derart gewonnenen Gemisch wurden Hornhautimpfungen bei Kaninchen vorgenommen. In beiden Fällen konnte man mit dem 93 und 98 Stunden alten Material mit Erfolg infizieren, während in den anderen beiden Fällen, in denen mit dem jüngerem Material geimpft wurde, die eigenartige Reaktion ausblieb.

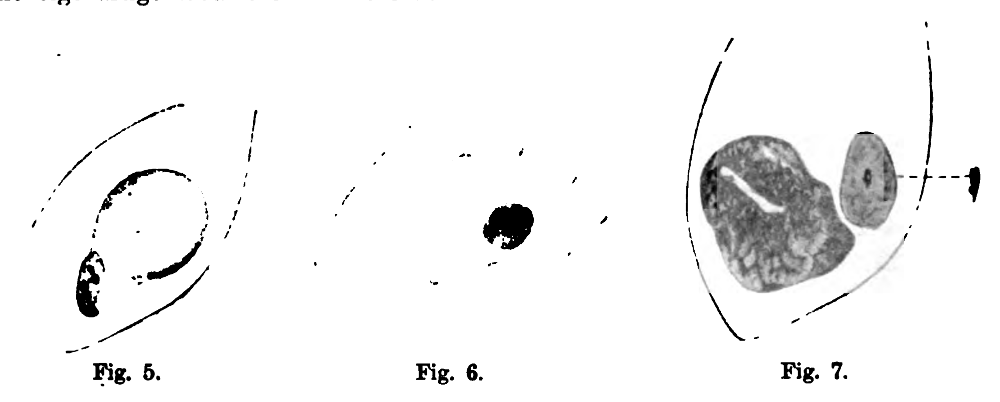


Fig. 5. Fig. 6. Fig. 7.

Es scheint daher die Annahme nicht unberechtigt zu sein, daß auf älteren Stadien der fragliche Erreger Formen annimmt, die gegen das Austrocknen und scharfe Verreiben mit Glaspulver besonders widerstandsfähig sind und als Sporen zu bezeichnen wären, eine Beobachtung, die erst nach der Drucklegung des I. Teiles dieser Untersuchungen gemacht wurde, weshalb die dort in diesem Sinne gemachten Angaben zu berichtigen sind.

In Ausstrichen aus der Kalbspustel, die lufttrocken gemacht, mit absolutem Alkohol fixiert und nach Giemsa gefärbt wurden, konnten keine weiteren Stadien gefunden werden, vielmehr war das histologische Bild durch die zahllosen Gewebstrümmer, Zellgranula, Gerinnungsprodukte und Degenerationserzeugnisse in so hohem Maße getrübt, daß man ohne beständige Gefahr, Irrtümern zum Opfer zu fallen, sich an das Studium dieser verwirrenden Bilder nicht heranwagen durfte. Die von Bonhoff kürzlich beschriebenen Spirochaeten konnte ich nicht bestätigen und möchte sie auf Kunstprodukte zurückführen, die beim Ausstrich in der Weise entstehen, daß die rigiden Kerne der Leukozyten und Epithelzellen zu Schlieren ausgezogen werden, die dann zerreißen und ab und zu nach Art von Spirochaeten gewellt sind.

Im allgemeinen lieferte das Studium der Kalbspustel keine neuen Gesichtspunkte und enttäuschte mich insoferne, als ich bei ihm die Erklärung mancher rätselhaften Gebilde, wie der Lymphkörper der Kalblymphe, zu finden hoffte.

Zusammenfassend möchte ich an dieser Stelle nochmals die Ergebnisse meiner morphologischen Untersuchungen über den Vaccineerreger im allgemeinen vorbringen.

Die Guarnierischen Körper bestehen aus einer mit Kernfarbstoffen wohl differenzierbaren Komponente, die ich die chromatoide Komponente genannt habe, und einem mit plastinartigen Substanzen verwandten Bestandteil. Sie nehmen verschiedene Gestalten an und erleiden oft gleichzeitig mit dem Kern dieselben Zerdehnungen und Abschnürungen. Sie ruhen nicht wie ein Fremdkörper in der Wirtszelle in einer Vakuole, sondern sind, wie das native Präparat oder der nach Giemsa gefärbte Ausstrich lehrt, fest dem Protoplasma eingefügt. Meist findet man sie in der Nähe des Kernes, mit dem sie in seltenen Fällen auf jüngeren Entwicklungsstufen mit zarten Brücken oder Fäden im Zusammenhang stehen. Äußerst selten wurden sie im Kerne beobachtet. Was ihr mikrochemisches Verhalten anbelangt, so färben sie sich mit Methylgrünessigsäure, die nach Fischer mit einem Schein von Berechtigung als Kernfarbstoff (vergl. die gegenteiligen Ansichten von Galeotti und Neeresheimer) zu bezeichnen ist, wie der Kern grün, widerstehen lange Zeit der Trypsin- und Pepsinverdauung, werden durch 20%-ige Kochsalzlösung stark deformiert und sind schließlich in dem letzteren Falle nur als kleine chromatische Brocken in einer Vakuole nachweisbar. Durch eine Behandlung mit 40%-iger Pottaschelösung ($2^1/_2$ Tage) werden sie größtenteils gelöst; dasselbe gilt von verdünnter Kalilauge, endlich liefern sie keine Osmiumreaktion. Die Berlinerblaumethode von List zum Nachweis von Nukleolarsubstanzen, fiel ebenso negativ aus wie die Chromatinmethode von Schwarz (1 Vol. 10%-iger Blutlaugensalzlösung, 2 Vol. Wasser, $^1/_2$ Vol. Eisessig), die nach meinen Erfahrungen im allgemeinen überhaupt nicht zu empfehlen ist. Für ihre Darstellung ist besonders Mallorys Färbung, Heidenhains Eisenhaematoxylin, Grenachers Haematoxylin und Biondis Dreifarbengemisch zu empfehlen. Für Schnitte ist derzeit Giemsas Farbstoff nicht besonders anzuraten, da er sich je nach der Fixierung oder nach dem Grade der Alkoholdifferenzierung, wie bereits früher erwähnt wurde, verschieden verhält und zu widersprechenden Ergebnissen führt. Auf Grund ihres Aussehens, ihrer Struktur, ihrer Veränderlichkeit, zum Teil auch auf Grund ihrer Re-

aktionen sind die Guarnierischen Körper weder eingeschlossene Leukozyten, noch ausgestoßene Nukleolen oder degenerierte Zentrosomen und Archoplasmen, da beide Zellbestandteile neben ihnen noch in der Zelle nachweisbar sind, auch darf man sie nicht mit Kerntrümmern verwechseln. Sie sind aber nicht selbst die Parasiten, da man sie mit einer 10%-igen, 20%-igen, ja gesättigten Kochsalzlösung vernichten und hernach doch noch mit einem derart einen Tag lang vorbehandelten Material mit Erfolg Impfungen vornehmen kann.

Auch Trypsin, das sie schädigt, nimmt nicht in Verbindung mit 0,5%-iger Sodalösung den erkrankten Epithelzellen ihre Infektionsfähigkeit.

Die Guarnierischen Körper unterliegen während der Zeit ihres Bestehens mannigfachen Veränderungen und man wäre zunächst geneigt auf Grund dieser Tatsache auf einen mehr oder weniger verwickelten Entwicklungskreis nach Art mancher Protozoen zu schließen, dann würde man aber bei Infektionsversuchen, die mit einem derart verschiedenen Entwicklungsmaterial angestellt wurden, Unterschiede in der Inkubationszeit erwarten, was jedoch in unserem Falle nicht zutrifft, denn man kann mit demselben Erfolg mit allen Entwicklungsstufen von 8—336 Stunden in gleicher Weise ohne wesentliche Änderung der Inkubationszeit die Impfung vornehmen.

Ich fasse die Guarnierischen Körper als eine eigenartige Gegenwirkung der Epithelzelle auf das Vaccinegift auf, die höchstens mit den Negrischen Körperchen, den Bildungen beim Molluscum und Epithelioma contagiosum und den Scharlachkörperchen zu vergleichen ist. Die Guarnierischen Körper sind ihrem Ursprung nach mit dem Kern in Zusammenhang zu bringen und besonders ihre chromatoide Komponente ist unmittelbar mit den Kernchromatinen zu vergleichen. Oft kann man noch Beziehungen zu dem Kern wahrnehmen, die für die hier erläuterte Annahme nicht einmal mehr notwendig sind, da nach den neueren Forschungen auch im Protoplasma Kernsubstanzen vorkommen und ich im besonderen in den Hornhautzellen des Kaninchens Chromidien nachweisen konnte.

Als Grund für ihre Bildung könnte man sich die Vorstellung bilden, daß der Parasit der Zelle zunächst die leicht resorbierbaren Teile entzieht, wodurch um ihn herum das Protoplasma gleichsam eine Eindickung erfährt und hier sich die Chromidialsubstanzen in dichter Ballenform niederschlagen müssen. Diese Erklärung würde eine gewisse Ähnlichkeit mit der besitzen, die Schaudinn für die sog. Tüpfelung der Wirtszellen der Tertianaparasiten geliefert hat. Annehmbarer scheint jedoch die Erklärung zu sein, daß die fraglichen Körper eine Antwort- und Abwehrwirkung der Zelle um den Parasiten herum sind, die zum größten Teil aus Kernsubstanzen bestehen, da ja diese auch bei der Verdauung und Phagozytose eine wichtige Rolle spielen und nach Vaughan und Mc Clintock bakterizide Eigenschaften besitzen sollen, — vor allem konnten aber A. u. H. Kossel den Nachweis erbringen, daß die Nukleinsäure, ein normaler Bestandteil der Zelle, bakterientötend wirkt. Vielleicht stehen die erwähnten charakteristischen Körper zu der Bildung von Immunstoffen in Beziehung, die in der Menschen- und Kalbspustel längere Zeit verweilen und schließlich dem Organismus einverleibt werden, während in der Kaninchenhornhaut aus den früher angegebenen Gründen nur eine örtliche, histogene Immunität erworben wird.

Interessanterweise reagieren Hornhautzellen, die vor zwei Tagen zur Regeneration gezwungen wurden, viel rascher und heftiger mit der Bildung von Vaccinekörpern als normale, alte Zellen, eine Erscheinung, die man mit der Beobachtung von Maillefert wohl in Einklang bringen könnte, derzufolge bei schwangeren oder menstruierenden Frauen zufällige Vaccineinfektionen der Genitalien mit einem äußerst schweren Verlauf festgestellt wurden, da während der Schwangerschaft die Gewebe stark gelockert sind und leicht regenerieren, zumal durch stärkere Sekretionen häufig Epithelerosionen veranlaßt werden. Als eigentliche Träger des Virus wäre ich geneigt die sog. Initialkörper, d. s. längliche, ca. 1—1 $^{1}/_{2}$ μ lange Gebilde, die sich mit Kernfarbstoffen färben, aufzufassen. Im Protoplasma sind sie nur nach besonderen Methoden und auch dann nur mit Mühe nachweisbar. Leichter gelingt dieses innerhalb der Guarnierischen Körper, wo sie bereits von mehreren Forschern gesehen, abgebildet und photographiert, jedoch nicht richtig gedeutet wurden. Man kann hier Vermehrungsstadien und später eigenartige Dauerzustände beobachten, die aber sicher nur einzelne Formzustände dieses hart an der Grenze des Sichtbaren sich bewegenden Erregers sind, die gleichsam in das Gebiet des Wahrnehmbaren emportauchen. Für ihre außerordentliche Kleinheit spricht auch die in der letzten Zeit beobachtete Filtrierbarkeit der Lymphe, die früher geleugnet wurde. Nach Borrel ist die Schafblatternlymphe bei langsamer und ausdauernder Filtration durch Chamberlandkerzen filtrierbar und nach Casagrandi geht der Vaccineerreger gleichfalls durch die Filter; im gleichen Sinne lautet das Urteil von Negri, der mit Berkefeldfiltern seine Versuche angestellt hatte.

Auf Grund der oben gegebenen Beschreibung der Initialkörper sowie der Angabe, daß man in ihnen manchmal zwei verschieden große Chromatinbrocken als eine Art von Kernen nachweisen kann, wäre man versucht, sie mit manchen Stadien, die Siegel in seiner ersten Veröffentlichung über die Vaccine gezeichnet hat, zu vergleichen. Ich konnte jedoch an ihnen weder die typische Bewegung noch den Geißelanhang beobachten, fand sie nie frei im Blute noch in den Nierenausstrichen, — halte vielmehr auf Grund der in den folgenden Zeilen mitzuteilenden Beobachtungen ihr Vorkommen in den letztgenannten Organen für ausgeschlossen. Auch kann ich mich nicht der Ansicht anschließen, daß sich aus ihnen die Guarnierischen Körper, die ich ja für spezifische Reaktionsprodukte auf das in die Zelle eingedrungene Virus halte, entwickeln und bin daher nicht berechtigt, sie Cytorhyctes (Guarnieri) zu nennen. Den Nachweis, daß das Virus im Kaninchenkörper nicht kreist, habe ich auf eine dreifache Weise zu erbringen versucht und zwar

a) durch die morphologische Untersuchung des Blutes, der Ausstriche sowie der Schnitte der inneren Organe;
b) durch Impfversuche mit dem Blut und den Preßsäften aus inneren Organen;
c) durch das Feststellen der Immunität.

a) Weder im Blute noch im Milz- und Nierenausstrich zahlreicher Kaninchen, die vor mehreren Stunden bis 60 Tagen auf beiden Hornhäuten und manchmal auch intraperitoneal und subkutan infiziert wurden, konnte ich irgendwelche Gebilde finden, die ich für Parasiten ansprechen möchte. Im Nierenausstrich sieht man zwar eine Un-

menge von kleinen Detrituskörnchen, die teilweise Brownsche Molekularbewegungen ausführen, oder es wird in vielen Fällen durch den Vorgang der Zerquetschung die bekannte, von Heidenhain beobachtete Stäbchenstruktur der Nierenzellen bloßgelegt und man sieht dann 2—4 Körnchen enthaltende Stäbchen, die auch in Schnittpräparaten aus reihenförmig angeordneten Körnchen bestehen, so daß sie Rothstein Kugelfäden genannt hat. Manchmal treten die Granulationen gepaart auf und unterscheiden sich auch durch ihre Größe voneinander, ein Vorkommnis, das in verschiedenartigen granulareichen Geweben der Metazoen wiederkehrt und von mir einmal auch bei dem Chromatin der Dotterzellen der Seidenraupe festgestellt wurde. Nach intraperitonealer Impfung beobachtete ich in mehreren Fällen in der Niere größere, pilzartige oder wiederum bakterienähnliche Gebilde, die sich aber der Quere nach teilten und Babes-Ernstsche Körper enthielten. Kulturen auf Glyzeringelatine, Glykogen und Blutserumagar blieben nicht in allen Fällen steril; so züchtete ich aus dem Blut und der Niere in einem Falle einen Coccus, in einem anderen Falle nach intraperitonealer Infektion einen Bazillus, der dem bereits beschriebenen Bazillus lymphae variabilis ähnlich war.

Nach intraperitonealer und subkutaner Verimpfung der Lymphe treten im Blute zahlreiche polynukleäre Leukozyten auf, eine Beobachtung, die mit den Angaben von Denier im Einklang steht. Sie gehen vielfach in der Milz zugrunde und man findet hier ihre zu Kugeln verklumpten, stark färbbaren Kerne, eine Degenerationsart, die Helly kürzlich bei anderen Vorgängen beobachtet hat.

Im Blutpräparat kann man von der Oberfläche der roten Blutkörperchen das Austreiben von beweglichen, manchmal mit Knoten besetzten Fädchen wahrnehmen, die bereits J. Arnold in den mesenterialen Blutgefäßen lebender Mäuse beschrieben hatte; auch Addison hat wohl 1861 nach geringem Alkalizusatz ähnliche Vorgänge verfolgt und Bonhoff gedenkt gelegentlich seiner Vaccineuntersuchungen derselben Bilder. Ihre Bewegungen dürften auf Ausbreitungserscheinungen der jetzt im Vordergrunde des wissenschaftlichen Interesses stehenden, fettartigen (Lipoide, Cholesterine) Hüllen der roten Blutkörperchen zurückzuführen sein. Außerdem findet man in den Blutausstrichen noch Blutplättchen, Zerfallsprodukte der Leukozyten und feinste Blutstäubchen oder Haemokonien mit Fortsätzen. In keinem Falle konnte ich aber etwas von Parasiten wahrnehmen.

In diesem Sinne kann ich mich dem Urteil von Süpfle (Beiträge z. Kenntnis der Vaccinekörperchen 1905, S. 61) durchaus anschließen: „Die in Lymphe, Blut und Organen Pockenkranker und Vaccinierter bisher als Erreger beschriebenen freien Körperchen sind keine körperfremden belebten Parasiten, sondern Gewebszellen beziehungsweise Degenerationsprodukte von Gewebszellen des erkrankten Organismus."

b) Um das Vorkommen des Vaccinevirus im Kaninchenkörper und zwar sowohl im kreisenden Blut als auch in den inneren Organen nachzuweisen, wurden mit beiden Impfversuche angestellt.

Der Nachweis des Virus im Blut gestaltet sich insofern schwieriger, als man nach Analogie mit zahlreichen anderen Krankheiten im kreisenden Blut nicht so leicht die Krankheitserreger feststellen kann, da sie oft in großen Mengen von Blut nur spärlich verteilt sind. So konnte bei Tollwut Galtier von 100 Versuchen nur

zwei positive Ergebnisse erhalten und ähnlich lautet auch das Urteil von Piana. Zu meinen Versuchen bediente ich mich Kaninchen, die auf beiden Augen vor mehreren Stunden bis 57 Tagen geimpft und außerdem in einigen Fällen auch intraperitoneal (16 Stunden bis 8 Tage) infiziert wurden. Das Blut wurde in größeren Mengen jedesmal über mindestens vier nach allen Richtungen gestrichelte Kaninchenaugen gegossen, doch in keinem einzigen Fall erhielt ich ein positives Ergebnis, d. h. nie wurde die typische Trübung und Wucherung der Hornhaut beobachtet und überdies konnten alle diese Tiere hernach mit frischer Lymphe mit Erfolg infiziert werden. Zur Kontrolle wurden einzelne Augen konserviert und die Hornhaut geschnitten, doch wurden in keinem Falle die typischen Guarnierischen Körper nachgewiesen. Dieselben Versuche wurden mit Preßsäften aus der Niere und der Milz wiederholt. Mit sorgfältig gereinigten und ausgeglühten Instrumenten wurde die mit Alkohol gut abgeriebene Bauchdecke eröffnet, die Niere oder Milz exstirpiert und der Organextrakt auf zwei Arten gewonnen: Entweder wurden die Gewebe zerkleinert und in einer Porzellanschale zerrieben oder in einer eigens hergestellten Stempelpipette zerdrückt. Jedesmal wurden beide Nieren derart verarbeitet, nachdem zuerst Ausstriche angefertigt und Kontrollkulturen angelegt worden waren. Vorher wurde noch durch den Versuch festgestellt, ob die Parasiten einen höheren Druck vertragen und ob sie nicht bei meinem Preßverfahren abgetötet werden. Um dieses zu bestimmen, bediente ich mich bei meinen Versuchen einer Art von Atwoodscher Fallmaschine, durch die ich den Druck der auf die infizierten Epithelzellen auffallenden Gewichte nach der Formel $\frac{9,81 h m^2}{m + 2 M}$ Erg bestimmen konnte.

Die Versuche führten zu dem Ergebnis, daß eine infizierte Hornhaut einen Druck von 3000 Erg ohne ihre Infektiosität einzubüßen, verträgt.

Auf diese Weise wurden 43 Impfversuche mit einem Nieren- und Milzmaterial, das Kaninchen entstammte, die korneal vor 18 Stunden bis 57 Tagen und intraperitoneal vor 16 Stunden bis 8 Tagen geimpft worden waren, vorgenommen. Nach dem Zerpressen oder Zerquetschen des Impfmaterials ließ ich dieses oft mehrere Stunden stehen, damit die fraglichen Erreger aus dem Zelldetritus heraus treten können und impfte stets mit großen Massen, die nachträglich noch in die gekritzelte Hornhaut verrieben wurden, jedoch stets mit einem gleich negativen Erfolge. Das Ergebnis dieser Versuche steht mit den Angaben von Jürgens und Hauser sehr gut im Einklang; der letztere Autor berichtet in diesem Sinne: „Es kann vorläufig nicht anerkannt werden, daß Siegels Bestreben, durch Benutzung der inneren Organe der geimpften Kaninchen neue Aufschlüsse über die Natur des Vaccineerregers zu gewinnen, erfolgreich gewesen ist.“ Dagegen schreibt v. Wasielewski: „Es soll hier nur einstweilen darauf hingewiesen werden, daß sich bisher nur einmal, und zwar am fünften Tage nach der Hornhautimpfung Vaccineerreger in der Niere nachweisen ließen.“ Dieses Ergebnis kann ich nicht erklären, da ich auch mit Nieren von fünf Tage vorher geimpften Kaninchen immer mit negativem Erfolg geimpft habe.

Nach neueren — mir allerdings von mehreren Seiten nur mündlich mitgeteilten — Versuchen scheint das Virus auch im Kalborganismus nicht regelmäßig zu kreisen,

während man sonst auf Grund der Experimente von Freyer, Vanselow und Monti das Gegenteil annahm; allerdings konnte Monti auch mit Nieren-, Milz- und Lebersäften nicht mit Erfolg Impfungen vornehmen. Vielleicht kann man diese gegenteiligen Angaben aus dem Unterschiede erklären, daß die Kälber kutan meist auf ausgedehnten Flächen geimpft werden und daher bei der Sektion leicht Verunreinigungen des Impfmaterials, das aus den inneren Organen gewonnen wird, entstehen können; auch können in manchen Fällen durch andere Vorgänge Pockenpusteln vorgetäuscht werden, ebenso wie außer den Diphtheriebazillen Streptokokken bei Scharlachdiphtherie das Bild der häutigen Bräune bisweilen hervorrufen. Für die Vaccine ist der Nachweis der Guarnierischen Körper allein maßgebend.

Chauveau konnte beim Pferde das Virus nicht im Blut nachweisen und Raynaud (Centralbl. f. Bakteriologie IX. Bd., S. 517 c. n. Kirchner) schreibt: „Die Transfusion vom Impfblut in selbst massigen Mengen hat in der Mehrzahl der Fälle keine Impfwirkung; nach wie vor der Transfusion bleibt das Tier empfänglich für die Impfung." Auch Calmette und Guerin geben an, daß die Vermehrung der Krankheitserreger in keinem anderen Organ als in der Haut sich zu vollziehen scheint; nach Strauss, Chambon und Menard blieb erst nach einer Einspritzung von 6 kg Blut von infizierten Kälbern die später vorgenommene Hautimpfung beim Kalb ohne Erfolg. Aus allen diesen Beobachtungen darf man wohl den Schluß ziehen, daß im allgemeinen das Vaccinevirus im Körper nicht kreist und daß in allen Fällen, wo es zur Ausbildung von typischen Pustelbildungen auf Grund einer „ballonierenden Degeneration", verbunden mit einer „retikulierenden Kolliquation" der Epithelzellen kommt, — wie beim Menschen und beim Kalb, — nur die Immunkörper verschieden lange Zeit und nicht immer reichlich (Rembold, Beumer, Peiper, Landmann, Zagari, Cramèr, Boyce, Martius usw.) im Organismus kreisen, während beim Kaninchen auch die Immunität nur einen örtlichen Charakter besitzt.

c) Hiermit kommen wir zur Betrachtung der Immunität. Wie ich in Übereinstimmung mit Jürgens in meiner vorläufigen Mitteilung bereits berichtet habe, ist die Immunität des Kaninchens rein örtlich. Nach der Impfung und dem Ausheilen des einen Auges konnte in einem Zeitraum von mehreren Stunden bis zu zwei Monaten immer das andere Auge infiziert werden. Die einmal infiziert gewesene Stelle konnte dagegen nicht mehr erfolgreich geimpft werden; Impfungen in der nächsten Nähe (nach drei Wochen bis zu zwei Monaten) riefen nur eine leichte, bald verschwindende Facettierung der geschädigten Stelle hervor. Behandlung der Hornhaut mit einem Preßsaft von immunen Hornhäuten schützte sie im allgemeinen nicht gegen eine nachträgliche Infektion; dasselbe gilt von Kaninchen, die mit immunen Hornhäuten vorbehandelt waren. Das Serum dieser Kaninchen inaktiviert nicht die Lymphe und man kann Kaninchen, die vorher intraperitoneal infiziert waren, noch nachträglich korneal impfen. Dagegen konnte ich in einigen Fällen eine Abschwächung der Kälberlymphe durch ein Serum, das mehrmals mit Lymphe infizierten Kaninchen entstammte, feststellen; man muß nur das Lympheserumgemisch wiederholt tüchtig durchschütteln und eine längere Zeit aufeinander

einwirken lassen. Beim Stehenlassen bildet sich ein flockiger Niederschlag, der aber meiner Ansicht nach nicht als Präzipitation aufzufassen ist, da die Stammflüssigkeit an und für sich trübe ist und die zahllosen Epithelfragmente und Gewebstrümmer leicht niedergeschlagen werden (vergl. d. Angaben von Freyer).

Die örtliche Immunität ist von dem Leukozytengehalt der infizierten Stelle unabhängig, denn oft ist die Leukozyteneinwanderung sehr spärlich, während man die Leukozyten in anderen Fällen wiederum durch wiederholte, seitliche Tuscheinjektionen gleichsam auf andere Stellen locken und dort beschäftigen kann, anderseits ist man imstande, durch eine (14 tägige) Beeinflussung der infizierten Stelle mit einer Opiumlösung nach dem Vorgang von Cantacuzène ohne Ausfall der örtlichen Immunität die Diapedese der Leukozyten zu verzögern und teilweile hintanzuhalten.

Die Aktivität einer infizierten Hornhaut wird beim Kaninchen durch entsprechende oder gleiche Mengen von Zellmaterial, das einer ausgeheilten, immunen Hornhaut angehört hatte, nur dann herabgesetzt oder unwirksam gemacht, wenn man die fraglichen Zellen, in denen die Immunkörper sitzen, mechanisch oder durch Trypsinverdauung aufschließt und dann die beiden Zellderivate gründlich durchmischt, um nach einiger Zeit gegenseitiger Einwirkung die Impfungen vorzunehmen. Pfeiffer u. Proskauer haben auch beobachtet, daß das wirksame Prinzip des Immunserums bei der Fällung mit Magnesiumsulfat zum größten Teil am Globulin haften bleibt und daß man dann schadlos den Eiweißkörper durch Verdauung entfernen kann.

Mit den Erscheinungen der örtlichen Immunität, die nicht in einer Besonderheit des Rezeptorenapparates der Zellen, sondern vielleicht in ihrem histologischen Aufbau ihre Erklärung findet (histogene Immunität), lassen sich wohl auch die interessanten, zuerst an Kaninchen ausgeführten Revaccinationsversuche von Paschen in Einklang bringen, der feststellen konnte, daß man in der geimpften Hornhaut von Kaninchen, die vorher in ausgiebiger Weise nach Calmette und Guerin auf der Bauchhaut geimpft waren, zahlreiche Vaccinekörper nachweisen kann.

Die so interessante Erscheinung der örtlichen Immunität hat für den Nachweis, daß im Organismus die Infektion bedingenden, belebten Körperchen nicht kreisen, nur einen bedingten Wert, — ich glaube, man kann wohl sagen, daß sobald die Immunität wie beim Kaninchen rein örtlich ist (wenn man das Kontagium nicht unmittelbar in die Blutbahn oder subkutan injiziert hat), unter diesen Umständen das Virus auch nicht kreist, aber nicht umgekehrt, daß das Kontagium wirklich im Organismus zirkulieren muß, sobald man wie beim Kalb oder beim Menschen trotz gegenteiliger Angaben im Serum gewisse Schutzstoffe nachweist, da diese ebensogut aus der Hautdecke stammen können. — Die oben erwähnten Revaccinationsversuche wurden auch in dem Sinne gedeutet, daß das Auftreten der Guarnierischen Körper nur eine eigenartige Reaktion der Epithelzellen auf den Impfstoff sei und daß die Kaninchen bereits nach der ersten Impfung die Immunität erwerben, so daß das Auftreten der Vaccinekörper nach der zweiten Hornhautimpfung nicht mehr mit der Annahme, derzufolge sie die Kontagiumträger wären, zu vereinbaren sei. — Von diesem Standpunkt aus wäre aber zu erwarten, daß dann die Kontagiumträger in der zweiten Hornhaut des angeblich immunen Tieres überhaupt nicht auftreten, zum mindesten sich nicht

vermehren, während man sich durch Versuche leicht davon überzeugen kann, daß man mit dieser zweiten Hornhaut jederzeit mit Erfolg immer wieder weitere Impfungen vorzunehmen in der Lage ist. Aus diesen Gründen scheint die Erklärung viel naheliegender zu sein, daß die erste Immunität einen rein örtlichen Charakter besitzt und daß der Organismus im zweiten Falle normal mit der Bildung von die Vaccineerreger einschließenden Guarnierischen Körpern in der typischen Weise reagiert.

Es erübrigt uns die Verteilung der Parasiten in der Kaninchenhornhaut selbst zu betrachten.

Die Guarnierischen Körper sind um den Impfkanal herum meist in der Form eines Kegels, dessen Basis die freie Epithelfläche ist, in den infizierten Zellen verteilt. Das Virus selbst scheint nicht sehr weit zu wandern, denn infiziert man in dem einen Augenwinkel die Hornhaut, so kann man selbst nach fünf Tagen nicht mit den Zellen des entgegengesetzten Augenwinkels mit Erfolg impfen, sofern man das Auge nur vorsichtig herauslöst und in der entsprechend schiefen Lage unter einem Wasserstrahl gründlich abgewaschen hat. Der Erreger scheint zunächst nicht allein an das Protoplasma der Zellen gebunden zu sein, sondern kommt auch zwischen diesen in den sog. Interzellularen vor; für diese Annahme scheint der folgende Versuch zu sprechen: Läßt man eine 16 Stunden bis mehrere Tage lang infiziert gewesene Hornhaut etwa 8 bis 10 Stunden ausgeschnitten in einer sterilen gut schließenden, mit feuchtem Fließpapier ausgelegten Glasdose liegen, so runden sich nach einiger Zeit die einzelnen Epithelzellen ab; der epitheliale Verband wird aufgegeben und die Interzellularbrücken und -fäden werden eingerissen, — das Epithel sieht dann gelockert, maulbeerförmig aus, weshalb Roux diese Erscheinung Framboisia externa genannt hat. Auf diesem Stadium kann man durch kräftiges Schütteln viele Zellen, ohne sie zu verletzen, in ein Uhrschälchen mit physiologischer Kochsalzlösung loslösen. Filtriert man nun diese Flüssigkeit durch ein dickes, vierfach gefaltetes Filterpapier, auf dem die Zellen zurückgehalten werden, so kann man trotzdem mit dem Filtrat, in dem mikroskopisch Zellen nicht mehr nachweisbar waren, mit positiven Erfolg impfen. Setzt man das Zellmaterial einer teilweisen Trypsinverdauung aus und filtriert wiederum scharf in der oben angegebenen Weise, so daß jetzt die Protoplasmen im gelösten Zustande durchgehen und nur die Kerne oben liegen bleiben, so konnte ich in den von mir untersuchten Fällen mit dem Rückstand keine deutliche Reaktion auf der Hornhaut mehr erhalten.

Im Anschluß an diese Untersuchungen wurden noch verschiedene Versuche über das Verhalten des Virus verschiedenen chemisch-physikalischen Agentien gegenüber angestellt. In diesem Sinne liegen bereits in der älteren Literatur Beobachtungen vor. So berichtet Sacco (1809), daß er erfolgreich mit eingetrockneter Lymphe impfen konnte, daß aber in vielen Fällen beim monatelangen Trocknen der Lymphe an der Luft diese ihre Aktivität doch einbüßt, „gasförmige Säure", Wasser von mehr als 50°, Essig, Ammoniak, starke Salzlösung, reiner Alkohol erwiesen sich als schädlich, nicht schädlich waren Speichel, kaltes Wasser, Gummiarabikum und verdünnte Ammoniaklösung. Demgegenüber möchte ich berichten, daß Glyzerinlymphe, mit

vollständig gesättigter Kochsalzlösung versetzt, selbst nach 48 stündiger Einwirkung ihre Virulenz nicht einbüßt. Dasselbe gilt von infizierten Hornhäuten, die 24 Stunden mit Trypsin verdaut wurden, von 4 bis 5 Tage im Exsikkator getrockneten Hornhäuten, sowie von der Glyzerinlymphe, die dem Einfluß von Leukozytenextrakten und Exsudatzellen längere Zeit ausgesetzt wurde. Dagegen wurde die Lymphe unwirksam, als ich sie auf den Rat von Herrn Prof. Neufeld mit Kaninchengalle versetzte (bis zu zwei Stunden gestanden), eine Erscheinung, die man mit der von Frantzius, Valle, besonders von R. Kraus beobachteten Eigenschaft der Galle, das Lyssavirus zu zerstören, vergleichen könnte; nach den Untersuchungen von Neufeld wirkte die Galle in gleicher Weise im Gegensatz zu den meisten anderen Mikroorganismen auf den Pneumococcus ein.

Glyzerinlymphe mit 1 % Eosin gemischt und dem hellen Tageslicht (in Rovigno) je nach der Bewölkung durch 12 oder 24 Sunden ausgesetzt, wurde gleichfalls ihrer Virulenz beraubt; um die Wärmestrahlen bei diesen Versuchen auszuschalten, wurden die Eosinlympheröhrchen in Glasstuben mit Alaunlösungen versenkt. Dagegen blieb der Inhalt von Lymphröhrchen, die bloß in 1 % Eosinlösung getaucht wurden, ohne daß das Eosin direkt auf das Vaccinevirus einwirken konnte, virulent. Bekanntlich werden nach den grundlegenden Versuchen von Tappeiner auch die Protozoen auf diese Weise vernichtet, — leider konnte man sich bezüglich der Erklärung dieser eigenartigen Erscheinung bis jetzt nicht einigen. Tappeiner hat die organismenvernichtende Eigenschaft des Eosins mit dessen Fluoreszenzfähigkeit in Beziehung gebracht, während Dreyer die betreffenden Farbstoffe als Sensibilisatoren auffaßte. Die Wirkung des Eosins scheint mir eine zweifache zu sein; einerseits wird dasselbe von den Zellbruchstücken, die das Virus einschließen, und den körperlichen Bestandteilen der Lymphe aufgenommen, andererseits arbeitet es als fluoreszierender Stoff nach der Stokesschen Regel die Strahlen in solche von einer anderen Wellenlänge um. Durch die Absorption des roten Farbstoffes werden die fraglichen organischen Bestandteile im höheren Grade befähigt, auch die langwelligen Strahlen aufzunehmen, die dann in Verbindung mit dem ausstrahlenden Fluoreszenzlicht die Oxydationstätigkeit derart erhöhen, daß das Kontagium, das wohl sonst in den paraplasmatischen, sauerstoffarmen (Ehrlich, Pfeffer) Hohlräumen der Zellen vorkommt und so auf eine geringe Sauerstoffspannung abgestimmt ist, zu Mehrleistungen veranlaßt und schließlich vernichtet wird. Im Vergleich mit den anderen Beobachtungen über die vitale Eosinwirkung ist aber die hier angedeutete Erklärung nicht vollständig und es scheinen auch hier noch unbekannte Faktoren mit im Spiele zu sein.

---

v. Wasielewski hat den Versuch gemacht, eine Impfmethode auszuarbeiten, durch die wir immer nur eine bestimmte Menge von Impfstoff in die Hornhautwunde einzuführen imstande sind; für eine Dosierung des Virus scheinen ihm besonders Impfnadeln mit einer lanzettförmigen Spitze und einer verschiebbaren Schutzhülle, die die Regulierung einer gleichmäßigen Wundform und -größe gestattet, noch am geeignetsten zu sein, sofern man die Nadel in dieselbe Lymphe vor jeder Impfung gleich tief eintaucht. Zum gleichen Zwecke verdünnte ich die Lymphe mit dem

fadenziehenden Stengelsaft von Narcissus poeticus oder noch besser mit einer besonders ausprobierten Lösung von Gummiarabikum, das nach Sacco die Aktivität der Lymphe nicht vermindert. Zieht man aus diesem Gemisch mit einem Glasstäbchen Fäden aus, so wird bis zu einer bestimmten Länge des Fadens auch der Impfstoff in dem Faden selbst verdünnt d. h. seine körperlichen Elemente werden mehr gleichmäßig verteilt, was bei anderen Verdünnungen nicht der Fall ist; auf dem Faden bilden sich Knötchen aus, die man dann rasch durch einen Deckglassplitter von bestimmter Länge gleichsam abschneidet und dann mit der Spitze eine Impfung vornimmt. Diese äußerst mühsamen und zeitraubenden Versuche waren doch von Erfolg gekrönt. Die aufgefangenen sehr geringen Impstoffdosen wurden über einem geeignetem hohlen Objektträger noch mit der Immersion, Okular 12 (Auerlicht) untersucht, und in ihnen die Zahl der vorkommenden Körperchen, Lymphkörper usw. festgestellt; auf diese Weise konnte ich noch mit Tröpfchen, in denen überhaupt nur 15 Lymphkörperchen nachweisbar waren, mit positivem Erfolg impfen.

Abgeschlossen September 1905.

Literatur-Verzeichnis[1]).

1. Berichte z. Prüfung d. Impfstofffrage I v. Dr. P. Frosch, Verlag J. Springer, J. 1896; II v. Dr. Vanselow u. Freyer, Verlag A. Hirschwald, 1899.
2. Beumer u. Peiper, Zur Vaccine-Immunität. Berl. klin. Wochenschrift, 1895.
3. Bonhoff, Studien über den Vaccineerreger. Sitzungsberichte d. Gesellschaft zur Beförderung d. g. Naturwissenschaften, Marburg, V. 4. 1905.
4. Clarke, J., Einige Beobachtungen ü. d. Morphologie d. Sporozoa d. Variola usw. Zentralbl. f. Bakteriologie u. Parasitenkunde, XVII. Bd., 1895.
5. Cramer u. Boyce, The nature of vaccine immunity. Brit. med. Journ. 1893.
6. Denier, La vaccine chez le lapin et ses modifications s. l'influence d. injections de serum de genisse vaccinée. Annales d'hygiène publique 1901.
7. Doehle, Zur Ätiologie v. Masern, Pocken, Scharlach, Syphilis. Zentralbl. f. Bakteriologie 1892, B. XII, Nr. 25.
8. Ewing, J., The structure of vaccine bodies in polator cells. Journ. of med. Research XIII, 1905.
9. Freyer, M., Das Immunserum der Kuhpockenlymphe. Zentralbl. f. Bakteriologie u. Parasitenkunde XXXVI, Orig. p. 272, 1904.
10. Hauser, H., Untersuchungen über d. Vaccineerreger. Inauguraldissertation, Freiburg i. B., 1905.
11. Landmann, Finden sich Schutzstoffe im Blutserum usw. Zeitschr. f. Hygiene u. Infektionskrankheiten XVIII, 1894.
12. Maillefert, Münchener med. Wochenschrift Nr. 18, 1899.
13. Monti, Über die Ätiologie d. Variola. Mitteilungen a. d. XI. internationalen med. Kongress zu Rom. Zentralbl. f. Bakteriologie u. Parasitenkunde XVI. Bd. 1894.
14. Negri, Über Filtration d. Vaccinevirus. Zentralbl. f. Bakteriologie u. Parasitenkunde XXXVI. Bd., p. 748, H. 24/25.
15. Paschen, Zur Frage d. Vaccinekörperchen b. d. Revaccination. Biolog. Abteilung d. ärztlichen Vereins, Hamburg, 5. März 1904. Münchener mediz. Wochenschr. 1904.

---

[1]) Vergl. den I. Teil der Untersuchungen über den Erreger der Vaccine. Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte Bd. XXII, S. 535.

16. Pfeiffer, L., Die bisherigen Versuche z. Reinzüchtung d. Vaccinekontagiums. Zeitschrift für Hygiene Bd. III, p 214, 1887.

17. Derselbe, Die neueren seit 1887 vorgenommenen Versuche z. Reinzüchtung d. Vaccinekontagiums. Zeitschr. f Hygiene Bd. XXIII, p 306, 1896.

18. Derselbe, Die modernen Immunitätslehren u. d. Vaccination. Zeitschr. f. Hygiene Bd. 43, p. 426, 1903.

19. Prowazek, S, Untersuchungen ü. d. Wesen d. Vaccineerregers. Vorl. Mitteilung. Deutsche mediz. Wochenschr. Nr. 19, 1905.

20. Derselbe, Zur Kenntnis der Regenerationsvorgänge in der Kaninchenkornea. Zoolog. Anzeiger XXIX, Nr. 5, 1905.

21. Derselbe, Untersucbungen über die Vaccine. Arbeiten aus dem Kaiserl. Gesundheitsamte, Bd. XXII, 1905.

22. Rembold, Versuche ü. d. Nachweis von Schutzstoffen im Blutserum. Zentralbl. f. Bakteriologie u. Parasitenkunde XVIII. Bd., I. Abt. 1895.

23. Sacco, Trattato d. vaccinazione. Milano 1809, deutsch v. Spengel 1812.

24. Siegel, J., Untersuchungen ü. d. Ätiologie d. Pocken u. d. Maul- und Klauenseuche. Anhang z. d. Abhandlungen d. kgl. preuß. Akademie d. Wissenschaften 1905.

25. Studies on the Pathology and on the Etiology of Variola and of Vaccinia. Publ. Office of the Journal of medical Research Boston Mass. U S.A. Sammelarbeit v Th. Councilman, B. Magrath, R. Brinckerhoff, E. Tyzzer, E. Southard, L. Thompson, R. Bancroft u. N. Calkins.

26 Süpfle, K., Beiträge zur Kenntnis d. Vaccinekörperchen. Heidelberg, C. Winters Verlag 1905.

27. Tedeschi, V., La immunizzazione del vaccino del vajuolo. Trieste 1901.

28. v. Wasielewski, Über die Form und Färbbarkeit der Zelleinschlüsse b. Vaccineimpfungen. Zentralbl. f. Bakteriologie u Parasitenkunde XXI. Bd., p. 901, 1897.

29. Derselbe, Über die Technik d. Guarnierischen Impfexperimentes u. s. Verwendung. Z. Nachweis v. Vaccineerregern in d. inneren Organen v. Impftieren. Münchener med. Wochenschrift Nr. 25, 1905.

30. Weigert, C., Anatomische Beiträge z. Lehre v. d. Pocken. Breslau 1874.

31. Zagari, Alcune richerche sperimentali sulla sierotherapia antivariolosa. L'ufficiale sanitario 1897.

Der Bacillus pyocyaneus als Erreger einer Rhinitis und Meningitis haemorrhagica bei Schweinen.

(Ein Beitrag zur Ätiologie der Schnüffelkrankheit.)

Von

F. Koske,

technischem Hilfsarbeiter im Kaiserlichen Gesundheitsamte.

Schon lange ist unter dem Namen „Schnüffelkrankheit" eine Erkrankung bei Schweinen bekannt, deren Ätiologie kein einheitliches Bild aufweist.

Die Krankheit wird meist bei jungen Schweinen beobachtet und verläuft in der Regel unter den Erscheinungen eines chronischen, blutig-eitrigen Nasenkatarrhs, durch den auch ein eigentümliches Geräusch, das Schnüffeln, hervorgerufen wird, welches das Charakteristische der Krankheit ist. Bei den erkrankten Tieren werden Husten, erschwerte Futteraufnahme, blutiger Nasenausfluß und sensorielle Störungen beobachtet. In den meisten Fällen sterben die von der Erkrankung befallenen Ferkel nach einigen Tagen, bei längerer Dauer der Krankheit tritt Abmagerung und der Tod infolge Schwäche oder Erstickung ein.

Einzelne Autoren, wie Haubold[1]), Harms[2]), Wulff[3]), Ostertag[4]) nehmen rhachitische Krankheitsprozesse, wie sie bei Schweinen englischer Rasse häufig beobachtet werden, als Ursache der Nasenerkrankung an. So hat z. B. Ostertag in einer Reihe von Fällen eine rhachitische Auftreibung des Oberkiefers als Ursache der Schnüffelkrankheit gefunden.

Andere Beobachter glauben, daß außer rhachitischen Veränderungen auch andere Erkrankungen die Grundlage der Schnüffelkrankheit sein können.

Von Schell[5]) wird Sarkomatose des Oberkiefers, von Haubner[6]) die Tuberkulose der Rachenhöhle, von Dammann[7]) mangelhafte Entwicklung der Gesichtsknochen bei den englischen Rassen und die Aktinomykose als Ursache angeführt.

---

[1]) Haubold, Sächsische Jahresberichte 1861, S. 116.

[2]) Harms, Mag. für die gesamte Tierheilkunde 1871.

[3]) Wulff, Zeitschr. f. Fleisch- und Milchhyg. VII. Jahrg. 1897.

[4]) Ostertag, Lehrbuch der Fleischbeschau 1904, S. 273.

[5]) Schell, Osteoidsarkome in den Gesichtsknochen (Schnüffelkrankh.) der Schweine. Arch. f. wiss. u. prakt. Tierheilk. 1890, S. 223.

[6]) Haubner, Landwirtsch. Tierheilk. 1898, S. 152.

[7]) Dammann, Die Gesundheitspflege der landw. Säugetiere 1902, S. 15.



Schneider[1]) sieht das Grundübel in einer rudimentären Beschaffenheit des Siebbeins, da hierdurch die Aufnahme von Schmutz und Staub bei der Einatmung begünstigt werde und ein katarrhalischer Prozeß hervorgerufen werden könne, welcher aber mit Rhachitis nichts gemein habe.

Anacker[2]) ist der Ansicht, daß es sich bei der Krankheit um einen bösartigen Nasenkatarrh handele, welcher nicht auf Grundlage von osteomalazischen und rhachitischen Veränderungen beruhe, und glaubt, daß solche Veränderungen häufig mit der Schnüffelkrankheit verwechselt worden seien.

Imminger[3]), welcher die Schnüffelkrankheit der Schweine in zahlreichen Fällen zu beobachten Gelegenheit hatte, ist derselben Meinung wie Anacker. Nach seinen Feststellungen handelt es sich um eine infektiöse Rhinitis, von welcher nur jugendliche Schweine im Alter von $^1/_4$ bis $^1/_2$ Jahr befallen werden. Dabei hätte weder die Form und Länge des Rüssels Einfluß auf die Erkrankung, noch wäre eine Veränderung der Gesichtsknochen wahrzunehmen. Die Krankheit zeige einen akuten Charakter und verlaufe in den meisten Fällen tödlich. Bei Beginn der Erkrankung waren hohe Temperatursteigerung, Mangel an Freßlust, Aufgeregtheit und ein niesendes Geräusch, im weiteren Verlauf blutiger Nasenausfluß, sensorielle Störungen, Atemnot und Erstickungsanfälle vorhanden. Die Tiere starben in der Regel innerhalb 3 bis 7 Tagen. Bei der Obduktion fand Imminger eine starke Entzündung der Schleimhaut der Nase, des Siebbeins und der harten Hirnhaut, sowie eine Durchfeuchtung des Gehirns. Sämtliche anderen Organe waren frei von krankhaften Veränderungen.

Aus diesen Angaben geht hervor, daß die Autoren über die Grundursache der Schnüffelkrankheit sehr verschiedener Ansicht sind. Darüber scheinen sie einig zu sein, daß, wie auch Friedberger und Fröhner[4]) angeben, das charakteristische Merkmal der Erkrankung, das laute, schnüffelnde Atmen, durch einen Katarrh der Nase und der Nasenhöhlen bedingt sei.

Eigene Beobachtungen.

Von den bisherigen Beobachtern sind bakteriologische Untersuchungen bei der Schnüffelkrankheit der Schweine noch nicht vorgenommen worden. Es erschien mir daher von Wert, bei einer Anzahl von Schweinen, welche unter den Symptomen der Schnüffelkrankheit erkrankt waren, bakteriologische Untersuchungen anzustellen.

Es handelte sich um einen der veredelten Landrasse angehörigen Schweinebestand von 13 etwa 12 bis 14 Wochen alten Ferkeln, welche zu Immunisierungsversuchen bei Schweineseuche benutzt worden waren. Die Tiere, welche schon seit einigen Wochen in einem der Versuchsställe des Gesundheitsamtes untergebracht waren, zeigten in ihrem Allgemeinbefinden keine Störungen und nahmen an Körpergewicht gut zu. Die täglichen Temperaturmessungen wiesen keine Erhöhung der Körperwärme auf. Zuerst wurde bei einem, dann bei mehreren Tieren eine Verminderung

---

[1]) Schneider, Deutsche Zeitschr. f. Tierheilk. 1878, S. 183.

[2]) Anacker, Spez. Path. und Therap. 1879, S. 515.

[3]) Imminger, Wochenschr. f. Tierheilk. 1890, S. 125.

[4]) Friedberger und Fröhner, Lehrb. d. spez. Path. u. Therap. der Haustiere. Bd. I, 1900, S. 721.

der Freßlust, starke Erhöhung der Körpertemperatur bis auf 41° und ein eigentümliches Schnauben bemerkt, welches den Eindruck machte, als ob die Tiere versuchten, einen in die Nase eingedrungenen Fremdkörper durch Niesbewegungen herauszubefördern. Bei diesem Niesen entleerte sich öfters aus den Nasenöffnungen frisches und geronnenes Blut. Gewöhnlich trat das Nasenbluten am zweiten Tage der Temperatursteigerung auf. Im weiteren Verlaufe stellten sich dann Krämpfe des ganzen Körpers ein, die Tiere fielen zu Boden und blieben eine Zeitlang unter krampfartigen Zuckungen liegen. Im Anschluß an diese Erregungserscheinungen folgten Depressionszustände, welche sich dadurch zu erkennen gaben, daß die Tiere apathisch in der Streu lagen und nicht aufzustehen vermochten. Wurden die Ferkel auf die Füße gestellt, so fielen sie wieder um; es wurden dabei durch das Hochheben neue Krampfanfälle ausgelöst.

Die erkrankten Ferkel fraßen äußerst langsam, bei den meisten war die Freßlust fast ganz geschwunden. Auch die Tiere, welche sich nach einem Krampfanfall noch von selbst zu erheben vermochten, nahmen nur flüssiges Futter auf. Die Atmung war während der Krampfanfälle sehr beschleunigt, sie verlangsamte sich jedoch nach dem Aufhören derselben. Die Blutungen aus den Nasenöffnungen und die Krampfanfälle wiederholten sich bei einzelnen Tieren rasch nacheinander, bei anderen erfolgten sie in größeren Zwischenräumen.

Der Verlauf der Krankheit war bei 9 Ferkeln (Nr. 3 bis 9, 11 bis 13) ein akuter; in einem Falle endete das Leiden innerhalb 24 Stunden nach dem Beginn der Erscheinungen, in den anderen Fällen nach 2 bis 9 Tagen tödlich. Bei den Ferkeln 1, 2 und 10 trat die Erkrankung chronisch auf; die Tiere erholten sich etwas, jedoch war die Futteraufnahme sehr unregelmäßig, teilweise ganz unterdrückt.

In Zwischenräumen von 8 bis 10 Tagen stellten sich wieder leichte Blutungen aus der Nase ein, ebenso traten auch leichte Krampfanfälle auf. Diese 3 Ferkel blieben in der Entwicklung zurück und wurden 9, 8 und 12 Wochen nach dem Beginn der Erkrankung getötet.

Der Obduktionsbefund bei sämtlichen verendeten Ferkeln war, von geringen Abweichungen abgesehen, fast übereinstimmend folgender:

Die Haut und Unterhaut am Bauch, Hals und der Innenfläche der Beine zeigte nur bei 3 Ferkeln eine schwache, diffuse Rötung.

Die Bauchhöhle enthielt etwa 2 Eßlöffel voll einer trüben, rötlichen Flüssigkeit. Das viszerale und parietale Blatt des Bauchfells war gerötet, ebenso die vorliegenden Darmabschnitte. Die Schleimhaut des Dünn- und Dickdarms wies an einzelnen Stellen diffuse Rötung auf. Die Gekrösdrüsen und die Milz waren nicht vergrößert; die ersteren hatten eine dunkelrote, die Milz eine dunkelblaurote Farbe. Die Pulpa der Milz war fest.

Auch die Leber zeigte keine Vergrößerung, ihre Farbe war dunkelbraunrot, das Lebergewebe auf dem Durchschnitt getrübt.

Die Nieren wiesen in der Rindenschicht streifige Rötung auf.

Der Überzug der Rippenwand und der Lungen war leicht gerötet. Die Lungen waren in den vorderen Abschnitten lufthaltig, hellrot gefärbt, die hinteren Abschnitte

mit dunkelroten ziemlich scharf abgegrenzten Flecken durchsetzt. Diese Flecke in der Lunge fanden sich bei den einzelnen Ferkeln in sehr verschiedener Zahl und in der Größe eines Fünfzigpfennigstückes bis zu der eines Fünfmarkstückes; sie waren auf dem Durchschnitt dunkelrot, von trockner Beschaffenheit und hatten die Form eines mit der Basis nach der Peripherie der Lunge gelegenen Keils. 4 Ferkel zeigten an den Lungenspitzen braunrote, hepatisierte Herde (Schweineseuche).

Im Herzbeutel befand sich etwa ein Eßlöffel voll rötlichgelber Flüssigkeit. Der Herzmuskel war graurot, unter dem äußeren und inneren Überzug des Herzens befanden sich dunkelrote, stecknadelkopfgroße bis linsengroße Blutflecke.

Die Luftröhren- und Kehlkopfschleimhaut war gerötet und mit kleinen Blutpünktchen durchsetzt.

Die Nasenschleimhaut hatte eine tief dunkelrote Farbe, war geschwollen und mit blutigem Schleim bedeckt. Die Schleimhaut der Siebbeinzellen war bei einzelnen Tieren stark gerötet, bei den nach 24 Stunden bis 3 Tagen verendeten mit Blutgerinnseln, bei den später gestorbenen Ferkeln teilweise mit Eiter angefüllt.

Die Hirnhäute waren außerordentlich blutreich, die Gefäße stark erweitert und zeigten an zahlreichen Stellen Blutaustritte. Zwischen den einzelnen Hirnwindungen befanden sich hin und wieder Blutgerinnsel, das Gehirn selbst hatte auf der Schnittfläche einen feuchten Glanz, in den Ventrikeln befand sich eine rötlich gefärbte, klare Flüssigkeit. Die Adergeflechte waren stark mit Blut angefüllt, teilweise mit Blutgerinnseln bedeckt.

Das Rückenmark zeigte keine Veränderungen. In den Nervenscheiden des Riech- und Sehnerven waren ausgedehnte Blutungen vorhanden. Unter dem Periost des Siebbeins und des Keilbeins bemerkte man Blutungen von der Größe eines Fünfzigpfennigstückes. Wurde der Knochen an dieser Stelle durchschnitten, so erschien die darunter liegende Rindenschicht und ein Teil des Knochenmarkes dunkelrot durchtränkt.

Wie schon erwähnt, wurden die in der Entwicklung zurückgebliebenen Ferkel 1, 2 und 10 nach 9, 8 und 10 Wochen durch Verblutenlassen getötet. Bei den beiden ersten Tieren waren am Darm Veränderungen nicht nachzuweisen. Die Nieren hatten in der Rindenschicht streifige Rötung, die Lungen außer einigen kleinen hepatisierten Herden, welche auf Rechnung der Schweineseuche gesetzt wurden, keine Abweichungen. Das Gehirn war stark hyperämisch, die Siebbeinzellen fast völlig vereitert. Zwischen Keilbein und harter Hirnhaut befand sich eine etwa fünfzigpfennigstückgroße Blutung.

Bei dem Ferkel 10 bemerkte man diffuse Rötung an einzelnen Stellen der Dünndarmschleimhaut, streifige Rötung in der Rindenschicht der Nieren und Schwund der Siebbeinzellen.

Bakteriologische Untersuchungen.

Die akut erkrankten Ferkel wurden alsbald nach dem Tode, die chronisch erkrankten Tiere unmittelbar nach der Schlachtung einer genauen bakteriologischen Untersuchung unterzogen.

Von jedem Ferkel wurden zunächst aus der Milz, Leber, Niere, Lunge, Gehirn, Gehirnkammerflüssigkeit, dem Herzblut und der Scheimhaut der Siebbeinzellen Deckglasausstrichpräparate angefertigt.

Bei den 10 akut verendeten Ferkeln wurden in den Ausstrichen des Gehirns und der Gehirnkammerflüssigkeit regelmäßig schlanke, an den Enden abgerundete Stäbchen beobachtet, die den Farbstoff leicht und in allen Teilen ihres Körpers gleichmäßig aufnahmen. In den Präparaten aus der Siebbeinschleimhaut waren bei allen Tieren diese Stäbchen, daneben noch Streptokokken zu sehen. In den Präparaten aus Milz, Leber, Nieren, Lungen und Herzblut konnten Bakterien in der Regel nicht nachgewiesen werden. Nur in zwei Fällen fanden sich in der Milz, in vier Fällen in den Lungen kleine an den Polen stärker gefärbte Bakterien in mäßiger Zahl.

Von den Organen, der Gehirnkammerflüssigkeit, dem Herzblut und der Siebbeinschleimhaut wurden Ausstriche auf Agar angelegt und 24 Stunden lang bei einer Temperatur von 37° C gehalten. Bei 12 Ferkeln gelang es eine Bakterienart aus dem Gehirn und der Gehirnkammerflüssigkeit zu züchten, welche nach einigen Tagen den Nährboden grün färbte. Bei 10 Ferkeln fand sich diese Bakterienart in Reinkultur, bei zwei Schweinen waren daneben noch andere Bakterien gewachsen. Dieses den Nährboden grün färbende Bakterium wurde nebst einer Anzahl anderer Bakterienkolonien bei sämtlichen Ferkeln auf der Siebbeinschleimhaut gefunden. In den Ausstrichen der Milz von Ferkel 2 und 8 und in den Lungenausstrichen der Ferkel 6, 8, 9, 11 waren Kolonien gewachsen, welche sich bei näherer Prüfung als diejenigen des Schweineseuchebakteriums erwiesen.

Durch Verimpfung der Organe gelang es nicht, die weiter unten bezeichneten Versuchstiere zu töten, scheinbar wohl deshalb, weil in dem Gewebe zu wenig Bakterien enthalten waren.

Mit erbsengroßen Stücken des Gehirns, der Siebbeinschleimhaut, der Milz, Leber und des veränderten Lungengewebes von vier Ferkeln (Nr. 2, 6, 8, 9) wurden je zwei Mäuse unter die Haut und mit der Aufschwemmung eines Gehirnstückchens und der Siebbeinschleimhaut je eine Taube in den Brustmuskeln geimpft. Nur die mit Milzteilchen von Ferkel 2 und 8 geimpften Mäuse starben nach vier und sechs Tagen, aus ihrem Blut wurde eine Reinkultur der Schweineseuchebakterien gezüchtet. Die übrigen Tiere blieben am Leben.

Die Organe von Ferkel 4 wurden geschnitten, die Schnitte auf pathologisch-anatomische Veränderungen und den Gehalt an Bakterien geprüft. In sämtlichen Organen waren Blutungen vorhanden, besonders zahlreich in den Nieren, den Lungen und dem Gehirn. Die Gehirnschnitte zeigten vereinzelt schlanke, an den Enden abgerundete, gleichmäßig gefärbte Stäbchen.

Der in allen Fällen gefundene Bazillus verflüssigt die Gelatine. Auf Agar bildet er einen ziemlich dicken graugelben Belag, welcher sich beim Aufenthalt in Zimmertemperatur zuerst hellgrün und wenige Tage später tief dunkelgrün färbt. Die Kulturen haben einen eigenartigen, aromatischen, an Jasmin erinnernden Geruch. Auf Kartoffeln ist der Belag zuerst rotgelb, färbt sich aber vom zweiten Tage ab ebenfalls grün. Die Bouillon wird gleichmäßig getrübt, es bildet sich ein Bodensatz

und ein ziemlich dickes Oberflächenhäutchen. Bei längerem Stehen tritt leichte Grünfärbung der Bouillon in den oberen Schichten auf. Der von dem Bazillus gebildete Farbstoff läßt sich mit Chloroform ausziehen und färbt sich beim Zusatz von Salzsäure rot. Milch wird zur Gerinnung gebracht.

Dieser Bazillus zeigte demnach, wie aus dem Gesagten hervorgeht, alle Eigenschaften, die dem bacillus pyocyaneus zukommen. Auch in seinem Verhalten kleineren Versuchstieren gegenüber hatte er dieselbe infektiöse Wirkung wie der bacillus pyocyaneus. Wurde Mäusen 0,1 ccm 24 stündiger Bouillonkultur unter die Haut gespritzt, so starben sie innerhalb 48 Stunden. Meerschweinchen verendeten nach subkutaner Einverleibung von 2,0 ccm innerhalb fünf Tagen. Bei Einspritzung von 0,75 ccm in die Bauchhöhle trat der Tod nach 36 Stunden ein. Tauben blieben nach Verimpfung von 0,5 ccm in den Brustmuskel am Leben.

Impfversuche an Ferkeln.

Um das Verhalten von Ferkeln dem bac. pyocyaneus gegenüber zu studieren, wurde eine Reihe verschiedenartiger Impfversuche vorgenommen.

Da diese Bazillen am häufigsten in der Siebbeinschleimhaut und im Gehirn aufgefunden wurden, lag der Gedanke nahe, daß durch eine Infektion des oberen Teils der Nasengänge die oben beschriebene Krankheit verursacht würde. Es wurde daher besonderer Wert auf diese Art der Infektion bei Anstellung der Versuche mit dem bacillus pyocyaneus gelegt.

Für diesen Zweck wurden 6 bis 8 Wochen alte Ferkel benutzt.

Die ersten Infektionsversuche führten nicht zum Ziele. Es gelang wenigstens nicht, durch Einreiben von Agarkulturen des bacillus pyocyaneus in die Nasenschleimhaut die Tiere zu infizieren. Die Versuche wurden in der Weise angestellt, daß ein dünnes Rohrstäbchen mit rauher Oberfläche an einem Ende mit einer Agarkultur des bacillus pyocyaneus bestrichen, soweit wie möglich in ein Nasenloch eingeführt und auf diese Weise die Kultur in die Nasenschleimhaut eingerieben wurde.

Zwei derartig behandelte Tiere (Ferkel I und II) erkrankten nicht. Bemerkt sei, daß diese Art der Infektion bei Ferkeln sich deshalb als unsicher erwies, weil bei dem eigenartigen Bau des Naseneinganges ein Teil der Kultur an der Nasenöffnung haften blieb, der andere Teil wahrscheinlich durch die in beiden Fällen eintretende heftige Blutung wieder herausgeschwemmt wurde.

Es wurde nun versucht durch direkte Verimpfung der Stäbchen in die Schleimhaut des Siebbeins eine Infektion herbeizuführen. Ein Ferkel (III) von 8 kg Gewicht wurde narkotisiert und etwa 2 cm unterhalb des inneren Augenwinkels, etwas lateralwärts von der Mittellinie, trepaniert. In die Öffnung wurden 0,5 ccm 24 stündiger Pyocyaneus-Bouillonkultur eingespritzt und mittels eines Glasstäbchens eingerieben. Das Ferkel hatte bald nach der Operation hohe Temperatursteigerung, lag teilnahmlos in der Streu und verendete nach 18 Stunden.

Bei der Obduktion fanden sich im wesentlichen dieselben Veränderungen, die ich bei der weiter oben beschriebenen Krankheit zu beobachten Gelegenheit hatte.

In den geraden Bauchmuskeln fanden sich vereinzelt Blutungen von Linsengröße.

Das Bauchfell war leicht gerötet, die Milz nicht vergrößert. An den Nieren bemerkte man in der Rindenschicht streifige Rötung. Die linke Lunge war in den hinteren zwei Dritteln dunkelrot, die rechte blaßrot gefärbt; letztere zeigte sich mit dunkelroten, haselnuß- bis wallnußgroßen Herden durchsetzt. Auf dem Durchschnitt war die linke Lunge blutreich, ebenso die Herde in der rechten Lunge. An der Operationsstelle zeigte sich eine sulzige Infiltration des Unterhautbindegewebes; die Schleimhaut der Nase und des Siebbeins war in der Umgebung der Operationsstelle dunkelrot gefärbt, das Gehirn sehr blutreich, die weiche Gehirnhaut mit zahlreichen Blutpünktchen durchsetzt. In den mikroskopischen Präparaten aus dem Gehirn, der Gehirnkammerflüssigkeit, dem Blut, der Milz, Leber, Lungen und Nieren fanden sich Stäbchen in geringer Zahl. Durch Kulturversuche ergab sich, daß der bacillus pyocyaneus in den betreffenden Organen, im Herzblute und der Gehirnkammerflüssigkeit in Reinkultur vorhanden war.

Den gleichen Erfolg bei der Impfung des bei der beobachteten Krankheit gefundenen bacillus pyocyaneus hatte ich auch in der Folge bei zwei anderen Ferkeln (IV und V), welche ich mit einer in 1 ccm steriler Kochsalzlösung aufgeschwemmter Öse Agarkultur in die Siebbeinschleimhaut infizierte.

Bei zwei Ferkeln gelang es ferner eine mehr chronische Form der Krankheit zu erzeugen. Bei diesen wurden geringe Kulturmengen, in einem Falle Bouillonkultur, im anderen Falle Agarkultur zur Infektion verwandt.

Ein Ferkel (VI) im Gewicht von 8 1/2 kg wurde auf dieselbe Weise trepaniert und 0,25 ccm einer 24 stündigen Bouillonkultur des bacillus pyocyaneus durch die Trepanationsöffnung eingespritzt und eingerieben. 24 Stunden nach der Operation war hohe Temperatursteigerung zu verzeichnen, die Freßlust war fast ganz unterdrückt. Im Laufe der nächsten Tage ging die Körpertemperatur etwas zurück, um dann aber am dritten Tage auf 41° zu steigen. Dabei traten Unruheerscheinungen und zuweilen leichte Krampfanfälle ein, welche allmählich an Stärke zunahmen. Am 8. Tage verendete das Tier, nachdem kurz vor dem Tode sich etwas Blut aus der Nase entleert hatte.

Auch hier stimmte der Obduktionsbefund mit demjenigen der an der natürlichen Ansteckung verendeten Ferkel überein. Die Impfstelle war im Verheilen begriffen, die Nasenschleimhaut dunkelschwarzrot gefärbt. An der Ursprungsstelle des Riechnerven befand sich ein etwa haselnußgroßer, mit grünlichem Eiter gefüllter Abszeß, in dessen Umgebung die Gehirnmasse auf etwa 1 cm stark durchfeuchtet war. Der bacillus pyocyaneus konnte nur im Gehirn, der Gehirnkammerflüssigkeit und in der Siebbeinschleimhaut nachgewiesen werden.

Ein anderes Ferkel (VII) im Gewicht von 20 kg, welches nach vorausgegangener Trepanation nur den fünften Teil einer Öse Agarkultur des bacillus pyocyaneus in die Siebbeinschleimhaut eingespritzt erhalten hatte, verendete nach 28 Tagen unter den bei Ferkel VI beschriebenen Erscheinungen.

Die Merkmale der von mir beobachteten Krankheit ließen sich auch erzeugen, wenn der bacillus pyocyaneus den Ferkeln intramuskulär verabfolgt wurde.

Einem Ferkel (VIII) von $7\frac{1}{2}$ kg Gewicht wurden 2,0 ccm 24 stündiger Bouillonkultur in die Muskulatur der Innenfläche des rechten Hinterschenkels eingespritzt. Die Injektionsstelle zeigte nach 48 Stunden eine derbe, fast apfelgroße Geschwulst, welche auf Druck schmerzhaft war. Diese Erscheinungen gingen aher allmählich zurück. Das Tier hatte zeitweise hohes Fieber, versagte fast vollständig das Futter und magerte stark ab. Am 19. Tage trat Durchfall ein, es wurden Unruheerscheinungen bemerkt, Blutungen aus der Nase konnten nicht beobachtet werden. Am 30. Tage nach der Einspritzung verendete das Tier.

Bei der Obduktion fand sich an der Impfstelle etwas sulziges Narbengewebe, die Milz war leicht vergrößert, die Pulpa weich. Die Leber hatte eine dunkelbraunrote Farbe, die Ränder waren etwas abgerundet, das ganze Organ wenig vergrößert. Die Schleimhaut des Dünndarms und einzelner Abschnitte des Grimmdarms zeigte diffuse Rötung. Die Rindenschicht der Nieren war streifig gerötet. Die beiden vorderen Drittel der linken Lunge hatten eine dunkelrote Farbe, die rechte Lunge war mit 5 bis 6 ein- bis zweimarkstückgroßen, dunkelroten, etwa 1 bis $1\frac{1}{2}$ cm im Durchmesser haltenden Herden durchsetzt. Der Herzmuskel war graurot, auf dem Durchschnitt trübe, brüchig. Die Gehirngefäße waren prall mit Blut angefüllt, die Hirnhäute fleckig gerötet. Zwischen der harten Hirnhaut und dem Schädelknochen, besonders am Keilbein, fanden sich zahlreiche Blutungen bis zur Größe eines Fünfzigpfennigstückes, welche sich bis in die Rinden- und Markschicht des Knochens erstreckten.

Die Nasenschleimhaut war tief dunkelrot gefärbt und ebenso wie die Schleimhaut der Siebbeinzellen geschwollen. Der bacillus pyocyaneus konnte in der Milz, den Nieren und im Gehirn nachgewiesen werden.

Ein Ferkel (IX), welches vier Ösen Agarkultur des bacillus pyocyaneus, in 2,0 ccm physiologischer Kochsalzlösung aufgeschwemmt, in die Muskulatur eingespritzt erhalten hatte, verendete unter denselben Erscheinungen wie Ferkel VIII am 27. Tage nach der Infektion.

Ein Versuch, durch Einspritzung einer Bouillonkultur des bacillus pyocyaneus in die Blutbahn die charakteristischen Krankheitserscheinungen hervorzurufen, hatte keinen Erfolg. Wenigstens erkrankte ein Ferkel (X) von 11 kg Gewicht, welchem 1 ccm 24stündiger Bouillonkultur in die Blutbahn eingespritzt wurde, nicht. Das Tier hatte an den beiden auf die Einspritzung folgenden Tagen Temperatursteigerung und versagte das Futter, zeigte aber vom dritten Tage an keine Krankheitserscheinungen. Sechs Wochen nach der Einspritzung wurde das Tier, welches um das Doppelte seines ursprünglichen Gewichts zugenommen hatte, getötet. Außer einer geringen Vergrößerung der Milz wurden keine Veränderungen an den Organen wahrgenommen. Der bacillus pyocyaneus konnte durch Kulturversuche in den Organen nicht nachgewiesen werden.

Fassen wir die Ergebnisse der Impfversuche an Ferkeln noch einmal zusammen, so wurde festgestellt, daß beim Einreiben von Agarkultur auf die Nasenschleimhaut mittels eines Rohrstöckchens (Ferkel I und II) eine Infektion nicht erzielt werden konnte. Das Einspritzen von 1,0 ccm 24 stündiger Bouillonkultur in die Blutbahn bei einem Ferkel (X) hatte nur eine vorübergehende Temperatursteigerung zur

Folge. Dagegen starben diejenigen Ferkel, welchen 0,5 ccm Bouillonkultur und die Aufschwemmung je einer Öse Agarkultur in die Siebbeinschleimhaut eingespritzt worden war, innerhalb 24 Stunden (Ferkel III, IV, V). Ein verzögerter Krankheitsverlauf konnte durch dieselbe Art der Verimpfung geringer Mengen Kultur, 0,25 ccm Bouillonkultur (Ferkel VI) und $^1/_5$ Öse Agarkultur (Ferkel VII) hervorgerufen werden. Ferkel VI starb nach 8 Tagen, Ferkel VII ging erst nach 28 Tagen ein. Bei der Einspritzung von 2,0 ccm Bouillonkultur (Ferkel VIII) und einer Aufschwemmung von vier Ösen Agarkultur (Ferkel IX) in die Muskulatur des Hinterschenkels verlief die Krankheit chronisch, sodaß sie erst nach 30 und 27 Tagen zum Tode führte. Die Obduktionsbefunde bei den infolge der Impfung mit dem bacillus pyocyaneus zugrunde gegangenen Ferkeln stimmten fast vollständig mit den Veränderungen überein, welche bei den der natürlichen Infektion erlegenen Tieren beobachtet wurden.

Nach diesen Versuchsergebnissen unterliegt es keinem Zweifel, daß der bacillus pyocyaneus für junge Schweine pathogen ist und bei diesen Tieren die gleichen Erscheinungen hervorzurufen vermag, die sonst für die Schnüffelkrankheit als charakteristisch angesehen werden.

Giftwirkung des bacillus pyocyaneus bei Ferkeln.

Bei der bakteriologischen Untersuchung der infolge natürlicher Infektion zugrunde gegangenen Ferkel war es aufgefallen, daß die Bakterien nur im Gehirn und in der Siebbeinschleimhaut, dagegen nicht in den Organen nachgewiesen werden konnten. Auch die nach der Impfung mit dem bacillus pyocyaneus an der chronischen Form eingegangenen Schweine zeigten einen ähnlichen Befund. Allen Anschein nach handelt es sich bei den beschriebenen Krankheitserscheinungen um eine Giftwirkung. Es war daher von Interesse festzustellen, wie die vom bacillus pyocyaneus erzeugten giftigen Stoffe auf junge Schweine einwirken und ob sie die gleichen Erscheinungen hervorrufen wie lebende Kulturen.

Schon Charrin[1]) hatte beobachtet, daß der bacillus pyocyaneus auf Tiere giftig wirkt. Er filtrierte Pyocyaneuskulturen durch Chamberlandkerzen und konnte mit dem bakterienfreien Filtrat bei Meerschweinchen und Kaninchen die gleichen Erscheinungen wie mit den lebenden Bakterien erzielen.

Wassermann[2]) beschäftigte sich dann weiter eingehend mit dieser Frage und wies nach, daß der bacillus pyocyaneus ein spezifisches Gift bildet, welches durch Kochen nicht vollständig zerstört wird, während die Körpersubstanzen des Bakteriums nur schwach toxisch wirken. Durch Einspritzung von alten, mit Toluol abgetöteten Bouillonkulturen gelang es ihm, dieselben Hauptsymptome hervorzurufen wie mit der lebenden Kultur.

---

[1]) Charrin. La maladie pyocyanique, 1898.

[2]) Wassermann. Experimentelle Untersuch. über einige theoretische Punkte d. Immunitätslehre. Ztschr. f. Hyg. u. Infektionskrankh. Bd. XXII, 1896, S. 263.

Da nach den Untersuchungen von Charrin[1]) und Breymann[2]) das bakterienfreie Filtrat alter Kulturen nur schwach toxisch wirkt, wohl aus dem Grunde, weil in der schleimigen, fadenziehenden Kultur ein großer Teil des gebildeten Giftes auf dem Filter zurückgehalten wird, wurde in unserem Falle eine nur 14 Tage alte, bei 37° gehaltene Bouillonkultur verwandt, welche wenig Schleim gebildet hatte. Die Kultur wurde durch Pukallfilter filtriert und das Filtrat durch Kulturversuch auf Keimfreiheit geprüft. Nach den Untersuchungen von Wassermann[3]) verhalten sich die verschiedenen Kulturen des bacillus pyocyaneus sehr verschieden in bezug auf Giftbildung; es wurde daher die Giftigkeit des Filtrates zuerst an Mäusen und Meerschweinchen festgestellt.

Eine Maus erhielt 0,1 ccm Filtrat in die Bauchhöhle, eine andere 0,5 ccm unter die Haut eingespritzt. Beide Tiere blieben am Leben. Dagegen starben 2 Meerschweinchen von je 400 g Gewicht nach Injektion von 0,5 und 1,0 ccm Filtrat in die Bauchhöhle nach 4 Tagen und nach 36 Stunden. Da die Giftigkeit des Filtrates somit für Meerschweinchen erwiesen war, wurde einem Ferkel (XI) von 7,5 kg Gewicht 7,5 ccm Filtrat — auf das Gewicht des Meerschweinchens berechnet — in die Bauchhöhle gespritzt. Einige Stunden nach der Einspritzung war die Körpertemperatur nur wenig erhöht; bald zeigte sich erheblicher Temperaturabfall, das Tier lag ständig, es traten Zuckungen und Krampfanfälle ein und nach 32 Stunden verendete das Ferkel.

Bei der Obduktion fand sich wenig Flüssigkeit in der Bauchhöhle, das Bauchfell war etwas gerötet, die Milz wenig vergrößert. Unter dem Rippen- und Lungenüberzug bemerkte man zahlreiche stecknadelkopfgroße Blutungen. Der Herzmuskel hatte eine graurote Farbe, unter dem äußeren und inneren Überzug befanden sich zahlreiche, kleine Blutpünktchen. Das Gehirn war sehr blutreich, an der vorderen Fläche, auf der Grenze zwischen Groß- und Kleinhirn, befand sich zwischen der harten Hirnhaut und den Schädelknochen eine fünfzigpfennigstückgroße Blutung. Ein ähnlicher Blutaustritt zeigte sich an der Gehirnbasis auf dem Keilbein. Die Adergeflechte waren stark mit Blut angefüllt, die Gehirnmasse erschien auf dem Durchschnitt feucht. Die Scheiden des Seh- und Riechnerven wiesen Blutungen auf. Die Nasenschleimhaut war stark gerötet. Bakterien konnten weder mikroskopisch noch kulturell in den Organen nachgewiesen werden.

Ein anderes Ferkel (XII) von $6^1/_2$ kg Gewicht erhielt nur 4,0 ccm Filtrat in die Bauchhöhle eingespritzt. Bei diesem Tier zog sich der Krankheitsverlauf in die Länge, es starb erst am 7. Tage nach der Einspritzung. Auch hier stellte sich gegen das Ende starker Temperaturabfall ein; vom dritten Tage an waren Krampferscheinungen und Somnolenz abwechselnd zu beobachten. Blutungen aus der Nase wurden nicht wahrgenommen.

Der Obduktionsbefund deckt sich fast vollständig mit demjenigen von Ferkel XI.

---

[1]) Charrin l. c.

[2]) Breymann, Über Stoffwechselprodukte des bacillus pyocyaneus. Zentralbl. f. Bakt. Bd. XXXI, S. 481.

[3]) Wassermann l. c.

Bemerkenswert waren bei diesem Tiere eine Anzahl dunkelroter Herde von Fünfzigpfennigstück- bis Markstückgröße in beiden Lungen. Die bakteriologische Untersuchung der Organe war ergebnislos. Schnittpräparate von der Milz, Leber, den Nieren, der Lunge, dem Herzen und Gehirn ließen zahlreiche Blutungen, besonders in den Nieren und dem Herzen erkennen.

Diese Versuche zeigen, daß der bacillus pyocyaneus ein für junge Ferkel schnell tödlich wirkendes Gift erzeugt, welches dieselben Erscheinungen hervorruft, die auch durch die Verimpfung der lebenden Bazillen ausgelöst werden können.

Nach den dargelegten Befunden ist als zweifellos anzunehmen, daß der bacillus pyocyaneus in den von mir beobachteten Fällen der Erreger der beschriebenen Krankheit gewesen ist.

Daß dieses Bakterium nicht selten schwere Infektionserscheinungen bei Menschen und Tieren hervorruft, ist schon lange bekannt.

In der Menschenheilkunde liegen zahlreiche Beobachtungen darüber vor, daß der bacillus pyocyaneus, welcher eine Zeitlang nur als ein einfacher Eitererreger angesehen wurde, schwere infektiöse Erscheinungen beim Menschen hervorrufen kann. Nach dieser Richtung hin hat A. Wassermann[1]) die in der Literatur vorhandenen Arbeiten kritisch gesichtet und diejenigen von Kossel[2]), William und Cameron[3]), Blum[4]), M. Wassermann[5]), Soltmann[6]) u. a. als beweiskräftig für das Zustandekommen einer Allgemeininfektion angesehen. Besonders häufig wurde der bacillus pyocyaneus bei eitrigen Mittelohrkatarrhen bei Kindern gefunden, von wo aus er eine Allgemeininfektion herbeiführen kann.

In der Tierheilkunde sind verhältnismäßig wenige derartige Fälle beschrieben, in welchen der bacillus pyocyaneus eine ätiologische Rolle spielt.

So berichtet Galtier[7]) über eine durch dieses Bakterium bei einem jungen Schweine hervorgerufene Infektion, bei welcher eine Bronchopneumonie, Darmentzündung und zahlreiche Blutungen im Zentralnervensystem hervorgerufen wurden.

Einen ähnlichen Fall beschreibt Cadéac[8]) bei einem Hunde.

Die Untersuchungen von Poels[9]) zeigen, daß der bacillus pyocyaneus gelegentlich auch schwere Darmerkrankungen bei Kälbern hervorzurufen vermag.

Nach alledem ist anzunehmen, daß der bacillus pyocyaneus bei Tieren spontane Erkrankungen erzeugen kann, deren Symptome bei der natürlichen Infektion sich nach der Eingangspforte richten. Die von mir bei Schweinen gemachten Beobachtungen

---

[1]) Kolle und Wassermann, Handbuch der Mikroorganismen, 1903, S. 486.

[2]) Kossel, Zur Frage der Pathogenität des bacillus pyocyaneus für den Menschen. Zeitschr. f. Hyg. und Infektionskrankh. Bd 16.

[3]) William und Cameron, Journ. of path. and bakteriol. 1896.

[4]) Blum, Ein Fall von Pyocyaneus-Septikämie mit komplizierter Pyocyaneus-Endokarditis im Kindesalter. Zentralbl. f. Bakt. 1899, Bd 25, S. 113.

[5]) M. Wassermann, Virchows Archiv Bd. 165, 1901.

[6]) Soltmann, Deutsch. Arch. f. klin. Mediz. 1902.

[7]) Galtier, Contribution à l'étude de la maladie pyocyanique. Comptes rend. hebd. des séances et memoires de la société de Biologie 1890, S. 42.

[8]) Cadéac, Ibidem, S. 42 u. Lyon. Journ. Nr. 116.

[9]) Poels, Rapport over de Kalverziekte in Nederland. s'Gravenhage 1899.

deuten darauf hin, daß in den betreffenden Fällen die Eingangspforte des bacillus pyocyaneus die Nase war. Der im Dünger, im Stroh, im Darminhalt bei Schweinen vorkommende Bazillus kann sich auf der Nasenschleimhaut ansiedeln und, wenn er hier günstige Bedingungen zu seiner Weiterentwicklung findet, zu schweren Infektionserscheinungen Veranlassung geben. Ob außer dem bacillus pyocyaneus noch andere Bakterien die von mir bei Ferkeln beobachteten Krankheitserscheinungen hervorrufen können, möchte ich dahingestellt sein lassen. Jedenfalls erscheint es mir zweckmäßig, mit dem Namen „Schnüffelkrankheit" nur noch die durch dauernde Knochenveränderungen (Rhachitis, Osteomalacie, Aktinomykose, Tuberkulose usw.) hervorgerufene Behinderung der Atmung infolge Verengerung der Nasengänge zu bezeichnen und solche unter dem Bilde einer Allgemeininfektion verlaufenden, oben beschriebenen Fälle von Rhinitis und Meningitis haemorrhagica, wie sie durch den bacillus pyocyaneus hervorgerufen werden, von den mit dem Namen „Schnüffelkrankheit" bezeichneten Fällen auszuscheiden.

Es dürfte aus den in der Arbeit dargelegten Befunden hervorgehen, daß es in jedem Falle zweckmäßig ist, bei derartigen Erkrankungen die Tiere zuerst zu isolieren und dann für eine gründliche Desinfektion der Ställe Sorge zu tragen.

Berlin, April 1905.

Morphologische und entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen über Hühnerspirochaeten.

Von

Dr. S. v. Prowazek,

wissenschaftl. Hilfsarbeiter im Kaiserlichen Gesundheitsamte.

Anhang: **Beschreibung von Spirochaeta anodontae nov. spec.**

Von

Dr. G. Keysselitz,

freiwilligem Hilfsarbeiter im Kaiserlichen Gesundheitsamte.

(Hierzu Tafel I u. II.)

Für vergleichende Spirochaetestudien, die in der letzten Zeit mit großem Eifer betrieben werden, scheint nächst der Mundspirochaete (Spirochaeta buccalis Steinberg syn. mit Spir. denticola Arndt, Spir. dentium Müller, nach Migula Spir. dentium Cohn) die Hühnerspirochaete (Spir. gallinarum Marchoux und Salimbeni), da man sie ohne Mühe in großer Zahl zur Verfügung haben kann, am geeignetsten zu sein. Die erstgenannte Art umfaßt jedoch einen äußerst vielgestaltigen, derzeit noch nicht genau abgegrenzten Formenkreis, der mit großer Wahrscheinlichkeit mindestens Angehörige von zwei Arten mit mehreren Formentypen in sich begreift, und tritt regelmäßig mit zahllosen anderen Schizomyceten vergesellschaftet auf, so daß derzeit entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen auf große Schwierigkeiten stoßen. Aus diesen Gründen wurde für diese Studien zunächst die Hühnerspirochaete ausgewählt, über deren Morphologie und teilweise Entwicklung, soweit sie eben ohne Hilfe des zugehörigen Zwischenwirtes, einer Argasart, verfolgt werden konnte, in den folgenden Zeilen berichtet werden soll.

Das mir zur Verfügung stehende Material entstammt dem Laboratorium des Instituts für Schiffs- und Tropenhygiene des Seemannskrankenhauses zu Hamburg (Leitung: Physikus Dr. Nocht), wo sich besonders Herr Stabsarzt Dr. Fülleborn mit Spirochaeteuntersuchungen beschäftigt; es sei an dieser Stelle den genannten Herren für die Überlassung des Materials der beste Dank ausgesprochen.

Die Hühnerspirochaete Spirochaeta gallinarum M. u. S. wurde 1903 von Marchoux und Salimbeni gelegentlich einer Hühnerseuche, die zuerst in und um Rio de Janeiro beobachtet wurde, entdeckt und später besonders auf die dabei sich abspielenden Immunitätserscheinungen von Levaditi genauer untersucht.



Die Krankheit, die vornehmlich von französischen Forschern „Spirillose" (richtiger „Spirochaetose") der Hühner genannt wird, beginnt unter natürlichen Bedingungen nach Marchoux, Salimbeni und Wladimiroff mit starkem Durchfall, die Tiere zeigen eine verminderte Freßlust, ihr Gefieder ist gesträubt, der Kamm und die Hautlappen des Kopfes sind blaß und die Tiere bleiben schließlich in einem somnolenten Zustand liegen, oft treten auch Lähmungen ein. Falls die Krankheit nicht einen chronischen Verlauf nimmt, erfolgt der Tod oft plötzlich in einem Krampfanfall (vergl. Nagana bei Meerschweinchen). Vom Anfang der Krankheit an beträgt die Körpertemperatur 42—43°, sinkt nach 4—5 Tagen unter 41°, um nach und nach das gewöhnliche Maß zu erreichen.

Bei den Hühnern treten im Versuch sowohl nach intraperitonealer, als auch subkutaner, intravenöser und intramuskulärer Injektion die Spirochaeten, wie bereits Levaditi festgestellt hat, nach Ablauf von 2 Tagen in spärlicher Zahl im Blute auf und sind hier gewöhnlich am 4.—5. (6.) Tage am zahlreichsten. Um diese Zeit sammeln sie sich meist zu mehr oder weniger lockeren Gruppen und Haufen an, die sich (am 6.—8. [9.] Tage) zu immer größeren und dichteren Knäueln verdichten und verfilzen, zwischen denen wiederum ganze Zöpfe von beweglichen Spirochaeten den Zusammenhang aufrecht erhalten.

Derartige lange Zöpfe bilden die Spirochaeten auch im Blutserum, das in Kapillaren aufbewahrt wurde; sie scheinen durch eine schleimartige Substanz zusammengehalten zu werden, die sich in Giemsapräparaten auch in Form eines Farbenhauches um die verschlungenen Spirochaeten färberisch darstellen läßt. Levaditi hat durch die Beobachtung unter dem Mikroskop den Nachweis erbracht, daß die erwähnten Haufen sich in 4—35 Minuten bei einer Temperatur von 38° wieder auflösen können, so daß es sich in diesem Falle nicht um einen eigentlichen Agglutinationsvorgang, sondern nur um eine Agglomerationserscheinung handelt.

Um die Zeit der Krisis, die am 7.—9. Tage eintritt, verschwinden die Spirochaeten aus dem Blutkreislauf, doch konnte ich um diese Zeit in einigen seltenen Fällen noch unbewegliche Spirochaeten frei im Kreislauf beobachten.

Die Tiere können nach dieser Zeit genesen und erweisen sich späteren Infektionen gegenüber als immun. Es gelang später nicht mehr mit einer Aufschwemmung von Zelltrümmern aus dem Knochenmark, der Milz, der Leber oder mit dem Blute derartiger Tiere andere gesunde Hühner mit Erfolg zu infizieren, so daß man in den untersuchten Fällen auf die Abwesenheit von irgend welchen noch ansteckungsfähigen Entwicklungszuständen der Lebewesen in den genannten Organen schließen könnte. Andererseits muß man in diesen Fällen auch mit der Möglichkeit rechnen, daß gleichzeitig mit den fraglichen Dauer- und Entwicklungsstadien immobilisierend oder zytotrop wirksame Immunkörper mit verimpft werden und diese die weitere Entwickelung der wenigen Ruhe- oder Dauerformen fraglich machen.

Beim chronischen Verlauf der Krankheit sterben die Tiere zuweilen am 10.—15. Tage unter bedeutender Abmagerung und kachektischen Erscheinungen. Unter den Hühnern, die für die Versuche verwendet wurden, fanden sich immer einige, bei denen die

künstliche Infektion entweder gar nicht oder nur unvollkommen gelang und die sich bei späteren Nachimpfungen gleichfalls als widerstandsfähig erwiesen haben.

So wurde am 5. 1. 06 ein Huhn mit 2 ccm reichlich spirochaetenhaltigem Blut + 0,75 % Na Cl subkutan geimpft, am 8. 1. wurden in einem Präparat nur 2 Spirochaeten beobachtet, dann verschwanden die Parasiten überhaupt aus dem Blutkreislauf und das Tier war immun. Bei anderen Hühnern wurden überhaupt keine Spirochaeten nach mehrmaliger, sorgfältiger Durchmusterung der Deckglasausstriche nachgewiesen. Tauben konnten künstlich nicht infiziert werden, während sie nach den Literaturangaben durch Vermittlung von Argas eine Spirochaetose mit tödlichem Ausgang erlangen können.

Die Milz der verendeten Tiere war auffällig vergrößert, violettrot, weich, in der Leber wurden manchmal kleine nekrotische Herde nachgewiesen, das Knochenmark war anämisch, manchmal sehr fettreich.

In den 20—30 μ dicken Schnitten durch die Milz und das Knochenmark von Hühnern am 6.—7. Krankheitstage wurden nach der von Bertarelli und Volpino (Zentralbl. f. Bakteriologie usw. XXXX. Bd., 1. Heft 1905) angegebenen Methode (24 Stunden 0,2—0,5 %iges Silbernitratbad, dann van Ermengems Geißelgemisch 1 Stunde, dann Differenzierung im 0,2—0,5 %igen Silbernitratbad, Wasser, Alkohol, Xylol, Balsam) neben mehreren freien, schwarz sich färbenden Spirochaeten in der Milz in großen, einkernigen Zellen eingerollte Parasiten gefunden (Taf. I, Fig. 1 b); im Knochenmark waren dieselben Stadien außerdem in einigen wenigen Fällen auch in polynukleären Zellen (Fig. 1 a) nachweisbar. Daneben wurden hier noch eigentümliche eingerollte Formen, die später beschrieben werden sollen, gefunden. Im Blute fand sowohl bei später immunen Hühnern als auch bei solchen, die am 7. oder 14. Tage starben, eine geringe Phagozytose statt. Die Spirochaeten wurden zum Teil noch im beweglichen Zustand von den Makrozyten aufgenommen und alsbald von einer sich in der Folge vergrößernden Vakuole, die bereits Levaditi beobachtet hatte, eingeschlossen. Ähnliche Bilder beobachtete ich in einigen Fällen im hängenden Tropfen bei einem Zusatz von 0,001 inaktiven Immunserum und 0,1 Komplement (Fig. 1 c).

In der Milz, besonders aber im Blute treten große, einkernige amöboide Zellen (Makrozyten), die den Endothelzellen ähnlich sind, im weiteren Verlaufe der Krankheit auf und nehmen energisch Blutkörperchen in sich auf. Analoge Erscheinungen wurden bei Recurrens und den verschiedenen Trypanosomenerkrankungen beobachtet.

Das Blut ist bei stark infizierten Tieren auffallend hell, dünnflüssig, steigt in kapillaren Räumen leicht in die Höhe und gerinnt zuweilen spät und plötzlich. In einzelnen Fällen agglutinierten in sehr auffälliger Weise die roten Blutkörperchen sowie die Polynukleären für sich unter dem Deckglase und zuweilen trat eine leichte Hämolyse ein, die im Reagenzglasversuch jedoch kaum merklich ausfiel.

Im mikroskopischen Bilde ist in erster Linie die Leukozytose und das Auftreten von Erythroblasten auffallend. Die Polynukleären, die in eiförmigen Vakuolen wandständig gelbrot färbbare Körnelungen führen, sind stark vermehrt und teilen sich zuweilen im kreisenden Blute, ein Vorgang, den man unmittelbar unter dem Mikroskop verfolgen kann und der den Beweis liefert, daß diese Zellen bei der Spirochaetose zum

größten Teil aus ihres gleichen und nicht auf dem Wege einer Art von Metaplasie aus anderen Blutzellen entstehen. Die oben erwähnten Körnelungen sammeln sich bei der Spindelbildung des Kernes im Äquator der Zelle an, während die Polfelder frei von den Granulationen bleiben und ein verdichtetes, lichtbrechenderes Protoplasma besitzen. Die Einschnürung der sich teilenden Zellen geht bald durch die Körnermassen durch und halbiert sie für die beiden Tochterzellen (Fig. 2a).

Es liegen hier also ähnliche Verhältnisse vor, wie sie Zimmermann für die intraperitonealen Pigmentzellen der Salamanderlarve beschrieben hat und die ich in den Epithelzellen derselben Tierart beobachtet habe. Ganz anders verhalten sich die mit Neutralrot färbbaren Körnchen in den Eizellen der Seeigel, die nach den neueren Untersuchungen von Nierenstein vielleicht Träger von Fermenten sind, und deren Verhalten während all' der Zellteilungsvorgänge Fischel des genaueren verfolgt hat. Diese Granulationen scheinen innigere Beziehungen zu dem zähflüssigeren Gerüstplasma zu besitzen, strömen bei Beginn der Zellteilung dem Kerne zu und verlassen, da sie nicht in dem. flüssigkeitsreicheren Paraplasma schweben, im Zeitpunkte der Zelldurchtrennung die Teilungsebene und sammeln sich um die Zentrosomen an. Auch bei diesen Zellen konnte wie früher in Carcinomzellen, Spermatozyten von Astacus und Helix eine teilweise Drehung des Kernes um etwa 90° am Schlusse der Zellteilung festgestellt werden, so daß die durch den Kern und sein Zentrosom gegebene Polarität der Zelle nicht konstant erhalten bleibt, sondern sich im Verlaufe der einzelnen Zellteilungen um fast 360° ändert.

Rhumbler hat zum erstenmal auf eigenartige Beziehungen des Kernes nach der Zellleibdurchtrennung zu der entgegengesetzten Zellmembran hingewiesen. Auch in unserem Falle kann man die Wahrnehmung machen, daß der Kern sich der Zellwand nähert; die vor ihm liegende Sphäre entzog gleichmäßig während der Teilung dem Zellleibe Flüssigkeit, die aber die der Zellwand anliegende Plasmaschichte wegen ihrer geringen Ausdehnung bald abgegeben hatte und sich hier naturgemäß stark verdichten mußte. Nach der Zellteilung erlischt das Imbibitionsvermögen der Sphäre, der Kern dreht sich etwas in der oben angegebenen Weise und es finden nun Ausbreitungserscheinungen von seiten des verdichteten Protoplasmas statt, die den Kern gleichsam von hinten in die Höhe treiben. Interessanterweise vollzog sich die erste Pseudopodienbildung gerade von der verdichteten, granulaarmen Stelle im Protoplasma aus, wo der Gelzustand durch die Wirksamkeit der Sphäre einen hohen Grad erreicht hat und nun beim allmählichen Übergang in den Solzustand zu Ausbreitungserscheinungen und Oberflächenänderungen den Anlaß gab. Im übrigen verdeutlichen die Abbildungen Fig. 2a—d die Vorgänge besser als langatmige Schilderungen.

Neben den polynukleären Leukozyten findet man große mononukleäre Formen und ab und zu einkernige Blutzellen, die ganz durchsetzt sind mit vollkommen runden, dicht wabenförmig aneinander gefügten Vakuolen. Sie stammen aus dem Knochenmark. Sehr mannigfaltige Bilder liefern die Erythroblasten, die wegen ihrer Bedeutung für die Blutzellforschung hier in Kürze noch besprochen werden sollen. Sie sind ovoid oder leicht spindelförmig und treten zumeist in Haufen auf. Neben dem Kern

liegen 1—2 Chromatinanhäufungen, um die sich zuweilen eine Art von Vakuole ausbildet, so daß sie unter Umständen Parasiten vortäuschen können (Fig. 3 a, b) — mit der vorschreitenden Hämoglobinisierung des Blutkörperchens verschwinden diese Chromatinmassen und das Blutkörperchen nimmt anfangs auch einen roten Kernfarbenton an. Beide Erscheinungen bin ich geneigt in einen ursächlichen Zusammenhang zu bringen, zumal in den Nukleoproteiden maskiertes Eisen vorkommt und dieses andererseits einen Bestandteil des Hämatins bildet. Die Kerne der Erythroblasten ändern sich auch in chemischer Hinsicht im Laufe ihrer Entwicklung; so überführen sie als Erythroblastkerne das Leukoprodukt des Neutralrots nicht in die farbige Oxyform, nur die chromatischen Inhaltsgebilde färben sich gelbrot (alkalisch). Die Kerne der ausgebildeten Blutkörperchen nehmen dagegen einen roten Farbenton an und in der Ebene des Randreifens bemerkt man in manchen Blutzellen ein ganzes Netzwerk von roten Einlagerungen. Die Erythroblasten sind leicht amöboid und dies selbst auf Stadien, da in ihnen der von Meves (Anatomischer Anz. Bd. 23, 1903) entdeckte Randreifen, der sich nach Giemsa schön rot färbt und in manchen Fällen beim Ausstrich sogar isoliert wurde, bereits angelegt worden ist. In manchen pathologischen Fällen wurden kleine Teile des Protoplasmas mit dem dann ringförmig eingerollten Randreifen abgeschnürt. —

Bevor wir zu der Schilderung der Morphologie der Spirochaeten selbst übergehen, möge an dieser Stelle einiges über die Technik der Untersuchung mitgeteilt werden.

In den meisten Fällen wurden in der üblichen Weise Deckglasausstriche angefertigt, mit Alkohol gehärtet und mit dem fertigen, käuflichen Eosinazurgemisch nach Giemsa gefärbt. Färbungen mit Methylgrünessigsäure, Thionin, Thionine phéniquée de Nicolle, Heidenhains Eisenhämatoxylin und Grenachers Hämatoxylin lieferten keine in irgend einer Hinsicht bemerkenswerte Bilder. Nach der kürzlich von Borrel angegebenen Methode wurden die Spirochaeten dreimal gewaschen und zentrifugiert und nachdem sie so halbwegs von dem ihnen anhaftenden Serum befreit worden waren, wurden sie in der üblichen Weise auf Deckgläschen ausgestrichen und nach der Löfflerschen Geißelmethode gefärbt. Auf diese Weise konnte ich die bei manchen Individuen langen, sogar leicht gewellten, geißelartigen Endfortsätze des Periplasts leicht zur Darstellung bringen. Auf die von Borrel beschriebenen „Geißeln" (abgelöste Myophane), die ich nicht als solche deuten möchte, will ich erst später eingehen. — Die Schnitte wurden nach der Methode von Bertarelli und Volpino gefärbt.

Für Vitalfärbungen eignet sich besonders Brillantkresylblau aus der Gruppe der Oxazine, das zuerst Ehrlich, Levaditi und Ascoli in die mikroskopische Technik eingeführt haben, insofern, als in den Spirochaeten sich vital metachromatisch violettblaue Stellen und Körnelungen im Gegensatz zu dem Zellkörper färben, der einen leicht bläulichen Farbenton annimmt. Nächst diesem Farbstoff ist das Methylenblau, das in der letzten Zeit in der Bioskopie mit sich steigerndem Erfolge seine Anwendung findet, für vitale Färbungen besonders zu empfehlen. Hinter diesen Farbstoffen bleiben in bezug auf ihr färberisches Leistungsvermögen die sonst sehr empfehlenswerten Farbstoffe Neutralrot und Methylgrün weit zurück.

Die Listsche Berlinerblau-, die Osmium-, Myelin- und Glykogenreaktionen fielen negativ aus.

Die Spirochaeten stellen bei schwächeren Vergrößerungen lebhaft bewegliche, sich hin- und herschlängelnde Fäden mit nicht beträchtlichem Lichtbrechungsvermögen dar. Bei guter künstlicher Beleuchtung kann man mit entsprechend starken Systemen wie Okular 12 und 18 ohne besondere Mühe feststellen, daß sie eigentlich schmal bandförmig sind und mäßig zugeschärfte Enden besitzen, die zuweilen in eine Art von zartem Fortsatz (geißelartiger Periplastfortsatz), der wohl auf die Teilung zurückzuführen ist, auslaufen. Bei der Mehrzahl der recht mannigfachen Bewegungen der Spirochaeten ist der eine — meist nach oben gekehrte — Rand des Bandes von einer stärkeren Linie, die sich durch eine erhöhte Lichtbrechung auszeichnet, umrissen (Fig. 4a nach Giemsa gef., 4 b n. d. Leben), sie entspricht der undulierenden Membran, die nichts anderes als eine von einer Geißel (Geißelsaum) umgrenzte Verbreiterung des an und für sich schon platt-bandförmigen Zellkörpers ist. In diesem Sinne spricht man auch bei vielen Spermatozoen von undulierenden Membranen. Die Begrenzung der Gegenseite ist während des Lebens nur durch einen zarten Strich angedeutet und wird besonders an den gelegentlichen Umbiegungsstellen in der Gegend der Wellentäler deutlicher. Der Versuch, durch Sublimatkonservierung, Zentrifugieren und Eisenhämatoxylin, das sonst undulierende Membranen ausgezeichnet zur Darstellung bringt, die erwähnte Struktureigentümlichkeit zu verdeutlichen, mißlang insofern, als die Lebewesen sich ziemlich langsam zu Boden setzten und die Nachbeize inzwischen die Gelegenheit hatte, die Farbe auszuziehen. Dagegen konnte ich die undulierende Membran, wenn auch nicht in allen, so doch in einigen Fällen auf folgende Weise zur Darstellung bringen[1]): Zu dem flachen Blut- oder noch besser Serumtropfen mit Spirochaeten wird ein gleich großer Tropfen einer Mischung von 10% Acid. carbol. liquefact. in 40% oder sog. Drittelalkohol nach Ranvier (90% Alkohol, 1 Teil auf 2 Teile Wasser) zugesetzt und rasch mit der Platinöse ein Ausstrich gemacht. Nach dem Eintrocknen fixiert man in Alkohol absolut. und färbt mit Eosin-Azur nach Giemsa. Die Präparate sehen wegen der starken Hämolyse nicht schön aus, doch kann man gerade am Rande des Deckglases an einzelnen Spirochaeten, die stark kontrahiert und etwas gequollen sind, die undulierende Membran sehen (Fig. 5), die manchmal sogar frei mazeriert ist.

Der Körper der Spirochaeta ist sehr biegsam, ein Umstand, der bereits bei der Aufstellung der Gattungsdiagnose der Spirochaeten von Ehrenberg und Cohn gegenüber Dujardin scharf betont wurde. („Animal e familia Vibrioniorum, divisione spontanea imperfecta in catenam tortuosam s. cochleam filiformem flexibilem elongatum“ [1838].)

In den meisten Fällen bewegen sich die Hühnerspirochaeten nach vorne und rückwärts unter Rotation der Längsachse schraubenförmig dahin (Motus undulatus Valentin 1842), sie bohren sich auf diese Weise z. B. mit einer Rechtsdrehung in die Flüssigkeit gleichsam hinein und mit einer Linksdrehung aus derselben wieder hinaus; beim Wechsel der Bewegungsrichtung treten meistens Ruhepausen ein.

[1]) Noch besser durch Quellung mit Aqua dest. und Löfflers Geißelfärbung. Anm. b. d. Korrektur

Unter gewissen schädlichen Einflüssen, wie z. B. bei Zusatz von stark verdünntem Immunserum (1 : 1000) werden die Spirochaeten ohne Agglomeration immobilisiert, bei aufmerksamer Beobachtung kann man aber die Wahrnehmung machen, daß über die Spirochaeten ohne Ortsveränderung eine Art von Wellen dahinläuft, eine Erscheinung, die wohl auf die Tätigkeit des undulierenden Geißelsaumes zurückzuführen ist. Von der selbständigen Beweglichkeit der undulierenden Membran konnte ich mich an den abgelösten Geißeln der Vogeltrypanosomen aus der Kultur, die mit dem Blepharoplast noch im Zusammenhang standen, überzeugen.

Neben diesen Bewegungen können die Spirochaeten durch Biegungen der Längsachse noch tastende Bewegungen ausführen, die besonders gegen das Stadium der Krisis häufiger werden — ihr zarter Körper befindet sich dann in einer hackenförmig, peitschenartigen Bewegung und nimmt krampfhaft allerlei ranken- s- und 8-förmige Bewegungsformen an (Motus uncinatus et vacillans Valentin). Ähnlich ist die Bewegung der sich zur Teilung anschickenden Formen.

Die Zahl der Windungen des Parasiten ist je nach der Länge der Spirochaeten, die großen Schwankungen unterliegt, verschieden; es wurden einfache kurze S-förmige Spirochaeten neben langen Individuen mit 9—12 Windungen beobachtet. Für die Zahl der Windungen der Spirochaeten im gefärbten Präparat ist auch der Zeitpunkt des Eintrocknens des Serums von großer Wichtigkeit: denn man muß bei der Bewegung der Parasiten zwei Perioden unterscheiden — einen Zustand der Kontraktion, da über den Spirochaetenleib zahlreiche Wellen rasch dahinlaufen, und eine Phase der Expansion, während der sich das Lebewesen in der Längsachse ausdehnt und leicht wellig dahinflattert wie ein Wimpel oder eine Peitschenschnur. Durch das Eintrocknen des Serums kann nun bald diese bald jene Bewegungsphase augenblicklich fixiert werden. Die Schraubenwindungen können ferner bald kurz bald lang sein, eine Annahme, zu der auch Bütschli bezüglich der Flagellatengeißel zuneigt, bei der die theoretisch erschlossenen Kontraktionslinien einen verschiedenen Verlauf nehmen müssen (vergl. die Auseinandersetzungen bei Pütter, Gurwitsch und Schuberg).

Die hier etwas ausführlich geschilderte Spirochaetenbewegung besitzt mit den verschiedenen Bewegungsarten der Lebewesen, die mit undulierenden Membranen versehen sind, sowie mit manchen Spermatozoen (Amphibien, Mallophagen) eine große Ähnlichkeit, ja man kann sie mit einem gewissen Vorbehalt auch mit der Flagellatengeißel vergleichen, die gerade nach den Untersuchungen der letzten Zeit aus einem elastischen Achsenstrang und einer aktiven meist spiraligen Hülle besteht. Die Rolle des Achsenstranges dürfte bei den Spirochaeten der kernendogene Achsenstab übernehmen, der bei der Spirochaeta Balbianii (Trypanosoma b.) von Perrin genau untersucht und beschrieben wurde und den ich andeutungsweise auf gewissen Stadien der Mundspirochaete besonders nach der Löfflerfärbung teilweise verfolgen konnte. Manchmal zieht er sich mit dem gesamten Chromatin zu einem mittleren rotfärbbaren Stäbchen zusammen und läßt dann die plasmatischen Pole, die sich nach Giemsa blau färben, frei (Taf. II, Fig. 12a).

Am Zellleib der Spirochaeta konnte keinerlei deutliche Doppeltbrechung nachgewiesen werden, obzwar eine solche Engelmann selbst an den Cilien der Infusorien

in dem Sinne, daß die optische und morphologische Achse zusammenfällt, zu beobachten in der Lage war.

In einzelnen Fällen wurden in ganz stark nach Giemsa gefärbten Individuen mit starken Vergrößerungen (Okular 12) an einzelnen Stellen des Körpers Verdichtungen einer chromatischen Substanz gesehen, die ganz den mit Brillantkresylblau violettrot vital färbbaren Stellen entsprachen und die ich Ansammlungen einer chromatischen Kernsubstanz gleichsetze (Fig. 6a). Noch besser kann man diese Körnelungen durch einen Zusatz von Karbolsäure (nachträglich trocknen, mit Alkohol fixieren und nach Giemsa färben) zur Anschauung bringen. Unter dem Einfluß der genannten Flüssigkeit strecken sich zuweilen die Spirochaeten in auffallender Weise und zeigen von Stelle zu Stelle Anschwellungen, in denen man mittels der Färbung die erwähnten chromatischen Körnelungen nachweisen kann (Fig. 6b).

Daß die Spirochaeten Chromatin enthalten, dürfte insofern nicht verwundern, als in der letzten Zeit so ziemlich bei allen Zellen wie Hefen, Bakterien u. a. Kernsubstanzen nachgewiesen wurden, die allerdings selbst bei hoch organisierten Protozoen, die in einem gewissen Sinne die höchst organisierten Zellen überhaupt darstellen, nicht in einem wohl abgegrenzten Kern im landläufigen Sinne des Wortes auf allen Entwicklungsstufen ihres Lebens angehäuft sein müssen (Chromidien).

Wenden wir uns nach dieser allgemein morphologischen Schilderung zu der Beschreibung des Verhaltens der Spirochaeten verschiedenen Reagenzien gegenüber zu, so finden wir, daß sich diese Lebewesen auch in diesem Sinne wesentlich von den Bakterien unterscheiden.

In einer 40%igen Glyzerinlösung ziehen sich die meisten Spirochaeten zusammen, einige sterben alsbald ab, während andere eine eigenartige, vielfach zerknitterte Ösenform annehmen, sich aber trotzdem bewegen; läßt man dieses Material etwa 12 Stunden stehen, so kann man damit nicht mehr frische Hühner mit Erfolg impfen. Dieser Versuch beansprucht insofern ein gewisses Interesse, als das Lyssa- und Vaccinevirus sich gegen derartige Glyzerinlösungen als noch widerstandsfähig erwiesen haben. Nach Schaudinn wird ein Teil der Treponema pallidum nach 5—10 Minuten unbeweglich, andere büßen ihre Windungen ein und strecken sich gerade aus und ziehen sich dann zu einem ovalen Gebilde zusammen. Metschnikoff hat durch Übertragungsversuche die Widerstandsfähigkeit des Syphilisvirus gegen Glyzerin nachgewiesen.

Durch wasserentziehende Mittel wie Kochsalzlösungen (5 und 10%) gelang es mir nicht, durch die für Bakterien bezeichnende Plasmolyse die Protoplasten von der zugehörigen Membran zu trennen, nur manche Individuen erhielten bei diesen Vorgängen in der Mitte des Zellkörpers einen protoplasmatischen Knopf.

Der zusammenfassenden Zusammenstellung von Löwenthal über Spirochaeten zufolge wurde für die Spirillen durch Plasmolyse eine eigene Membran nachgewiesen, wie überhaupt dieser auf osmotische Druckunterschiede zurückführbare Vorgang bei den meisten (impermeablen) Bakterien ohne Mühe auslösbar ist; nach A. Fischer zeigen der Choleravibrio, der Typhusbazillus und Pyocyaneus bereits in einer 2%igen NaCl-Lösung eine deutliche Plasmolyse. Zu der impermeablen, in Salzlösungen mehr

oder weniger leicht plasmolysierbaren Gruppe von Bakterien gehören ferner Vibrio Finkleri, V. saprophiles, Spirillum undula, verschiedene Spirillen, Bakt. typhi, Bac. coli communis, fluorescens, prodigiosus, Microc. candicans, Cladothrix und Crenothrix. Novy konnte bei der Sp. Obermeieri auch keine Plasmolyse feststellen, stellt sie aber trotzdem merkwürdigerweise zu den Bakterien.

Ähnliche Unterschiede der Spirochaeta von den Bakterien konnten beim plötzlichen Übergang aus der 10%igen NaCl-Lösung in destilliertes Wasser festgestellt werden, denn in diesem Falle tritt keine Ausstoßung des Zellplasmas aus der äußeren derberen Umhüllung (Periplast), die A. Fischer bei den Bakterien als Plasmoptyse bezeichet hat, ein.

Bei Kalilaugezusatz werden die Spirochaeten abgetötet, zum Teil aufgelöst, es bleiben jedoch blasse Schatten übrig, während die Blutzellen ihre ovale Form in eine Tropfenform umtauschen und zerplatzen. Demgegenüber ist es gerade von Bakterien bekannt, daß sie sich durch eine hohe Widerstandsfähigkeit gegen verdünnte Alkalien auszeichnen (Kalimethode von Baumgarten). Über das Verhalten der Spirochaeten Säuren gegenüber ist an dieser Stelle nichts Bemerkenswertes hervorzuheben; reines Acid. carbol. liquefact., das einen hohen Brechungsindex besitzt und sonst das Zellinnere der Bakterien zum Auslöschen bringt, verändert in optischer Hinsicht in keiner Weise das Aussehen der Spirochaeta, an der nur die bereits früher geschilderten Veränderungen hervorgerufen werden. In Eau de Javelle werden sie zunächst nicht gelöst, sondern es entstehen an ihrem peitschenförmigen Zellkörper durch krampfartige Zusammenziehungen Knoten und Schlingen. Mit Jod färben sie sich gelblich wie die Bakterien.

Für die Beurteilung der systematischen Stellung der Spirochaeten ist die Art der Vermehrung von besonderer Wichtigkeit. Um dieses entscheiden zu können, muß man die Spirochaeten aus dem Blut des jüngst infizierten Huhnes untersuchen, da in diesem Falle noch nicht so zahlreiche Individuen im Blutkreislauf vorkommen und die Möglichkeit ziemlich ausgeschlossen ist, daß durch eine innige Aneinanderlagerung und Verschlingung von zwei Spirochaeten Längsteilungsstadien vorgetäuscht werden, zumal zu dieser Zeit die Parasiten noch keine Neigung zur Agglomeration an den Tag legen. Immerhin ist es ziemlich schwer und nimmt viel Zeit in Anspruch, die jüngsten entscheidenden Teilungsstadien, die während des Lebens durch krampfartige Bewegungen auffallen, ausfindig zu machen. Vor der Teilung vergrößern sich die Spirochaeten und nehmen an Breite zu, so daß man in solchen in ihrem Breitedurchmesser vergrößerten Individuen etwas von ihrem Kernchromatin wahrnehmen kann. In Fig. 7a wurde eine derart vergrößerte Spirochaeta neben einem normalen dünnen Parasiten, der nicht weit davon lag, abgebildet. Dann beginnt von dem einen Ende angefangen eine Längsteilung, die ziemlich langsam vorschreitet (Fig. 7b, c), und an der sich später die Geißelkontur beteiligt; dieses Stadium (7b) gelang mir einmal auch während des Lebens längere Zeit hindurch zu beobachten. Durch Zuhilfenahme der verschiedenen Kompensationsokulare (8, 12, 18) war ich in der Lage, mich davon zu überzeugen, daß es tatsächlich nur ein einziges sich teilendes Individuum ist.

Häufiger findet man Spirochaeten, die noch an ihrem einen Ende zusammenhängen (Fig. 7d, Mazeration n. Apáthy, ferner Fig. 7e), am häufigsten aber auseinander-

geklappte Individuen, die durch einen schmalen Brückenfaden (Fig. 7 f) miteinander im Zusammenhang stehen. Es ist die Annahme nicht so ohne weiteres zurückzuweisen, daß die oben beschriebenen Endfortsätze und -Anhänge vielleicht nur die ausgezogenen Reste dieses Zusammenhanges darstellen (Fig. 7 f). Diese und jüngere Stadien wurden offenbar von den meisten Forschern am häufigsten wahrgenommen und da man (mit Ausnahme von Weigert) a priori von der Bakteriennatur der fraglichen Lebewesen überzeugt war, deutete man sie als Querteilungsbilder. So geben Nicolle und Comte an, daß die von ihnen in Tunis im Blut von Fledermäusen entdeckte Spirochaeta sich durch Querteilung vermehrt und dasselbe berichtet auch Levaditi von unserer Form. Vergegenwärtigt man sich nur die verschiedenen Bewegungsarten, die auf einen zusammengesetzten Bewegungsapparat hinweisen, der zum Teil oben geschildert wurde und der mit einer gewissen Polarität ausgestattet sein muß, so ist nicht einzusehen, daß ein derartiges Lebewesen sich ohne weiteres in der Mitte der Quere nach teilen sollte, es müßte denn der Fall eintreten, daß die Saumgeißel gänzlich abgeworfen und für jede Tochterzelle von neuem regeneriert wird. Künstliche Durchschneidungen zahlreicher gehäufter Spirochaeten waren stets mit einer Aufhebung ihres Bewegungsvermögens verbunden. Hier sei auch daran erinnert, daß man von den viel größeren Trypanosomen wie von den Flagellaten überhaupt die längste Zeit eine Querteilung annahm, da zumeist die letzten Akte des verwickelten Teilungsvorganges beobachtet wurden und man nur die auseinandergeklappten Tochterindividuen vor ihrer endgültigen Trennung zu Gesicht bekam.

Nach dem derzeitigen Stand unserer Kenntnisse teilen sich aber alle Flagellaten der Länge nach mit Ausnahme der marinen Oxyrrhis, die jedoch auch sonst eine ziemlich isolierte Stellung im System einnimmt.

Gegen die Krisis zu findet man im Blute besonders bei Tieren, bei denen es eine sehr dünnflüssige Beschaffenheit angenommen hat und leicht agglutiniert, eigenartige Ruhestadien, die in den folgenden Zeilen beschrieben werden sollen. Die Spirochaeten winden sich gleichsam zu einer länglichen Docke auf, aus der abwechselnd bald dieses bald jenes Ende zum Vorschein kommt, rasch das ganze Gebilde auseinanderwickelt, um das Spiel am anderen Ende wieder zu beginnen (Fig. 8a).

Ähnliche Vorgänge hat Perrin bei der Spirochaeta Balbianii beobachtet. Nach einiger Zeit hört dieses Spiel auf, die einzelnen Teile verkleben miteinander und die Spirochaeta ist nicht mehr imstande, sich auseinander zu wickeln, womit aber die Beweglichkeit des ganzen Gebildes nicht als erloschen zu betrachten ist, denn bald entstehen an ihm drei verschieden große Anschwellungen, die sich gegenseitig verschieben und ihre Lage ändern, bald verschwinden sie ganz und die Ruheform wird in drei Lappen ausgezogen, bald nimmt das Ganze wiederum die Gestalt einer Schiffsschraube an, die auch ihren Ort im Raume ändert (Fig. 8b).

Diese Stadien habe ich frei im Blutserum beobachtet, obzwar sie auch in den roten abgeblaßten Blutkörperchen vorkommen können.

Eine Einwanderung der Spirochaeten in die roten Blutkörperchen wurde zuerst im Reagensglasversuch bei Zusatz von stark verdünntem bei 57° inaktiviertem Serum (0,001 + 0,1 Komplement) oder bei Zusatz von 0,01 inaktivem Serum

zu dem zweimal gewaschenen und zentrifugierten Spirochaetenmaterial, das daher wenig Komplement enthielt, beobachtet; unter diesen Versuchsbedingungen konnte man sich mit Leichtigkeit davon überzeugen, daß die Spirochaeten tatsächlich in die Blutzellen einwandern, da in einzelnen Fällen der Kern abgestorben war und von den lebhaft beweglichen Spirochaeten hin- und hergeschleudert wurde. In einigen Fällen wurde die Blutzelle von den beweglichen Spirochaeten birnförmig umgestaltet, etwa wie die Nährhüllzellen der Insektenhoden durch die innen befindlichen Spermatozoen.

Später fand ich diese Stadien oft in größerer Anzahl (5—6) in ein und demselben Gesichtsfeld im Deckglaspräparat oder in einem flachen hängenden Tropfen von Blut, das sehr dünnflüssig und blaßrot aussah (Fig. 9a, d, e, g). Schließlich wurden diese Stadien auch in möglichst rasch angefertigten und getrockneten Ausstrichen, wenn auch nicht in so großer Menge, festgestellt (Fig. 9b, c, f).

Die Spirochaeten wandern einzeln, oft auch zwei, selten drei in das Blutkörperchen, das infolge der Schädigung der Membran bald sein Hämoglobin abgibt, ein und bewegen sich im Gegensatz zu den im freien Serum befindlichen Parasiten äußerst lebhaft im Kreise herum. Weiter wurden an diesen Formen in günstigen Fällen die bereits oben geschilderten Einrollungsstadien beobachtet, die ich als besondere Ruheformen auffasse, über deren endgültiges Schicksal man erst nach der gesamten Ermittlung des Entwicklungskreises auch in dem Zwischenwirt (Argas) wird ein abschließendes Urteil fällen können.

Die Spirochaeten wandern sowohl in alte als auch in junge (Fig. 9e, f) Blutzellen, die mehr eiförmig sind und neben dem Kern noch allerhand Körnelungen enthalten, ein und ihre raschen, anscheinend durch keine Hindernisse gestörten Bewegungen deuten darauf hin, daß in der peripheren Zone der Zelle keinerlei weitere festere Strukturen, wie von mehreren Seiten angenommen wurde, vorkommen, eine Ansicht, die übrigens in der letzten Zeit von Weidenreich lebhaft verfochten wurde. In einzelnen Fällen wurde auch das Austreten der Spirochaeta aus der Blutzelle beobachtet (Fig. 9d). In dem hier abgebildeten Fall hat die Spirochaeta das oben beschriebene Ruhestadium eben verlassen, da sie zart und weniger beweglich als sonst zu sein schien. Diese Spirochaeten sind also gelegentlich ebenso wie Treponema und Spirochaeta anodontae (Keysselitz) **Zellparasiten,** ein Umstand, der beim Studium der Entwicklungsvorgänge in den verschiedenen Spirochaetezwischenwirten besonders berücksichtigt werden muß und auch teilweise gegen ihre Zugehörigkeit zu den Bakterien spricht.

Der Vollständigkeit wegen möchte ich auf einen seltenen Befund hinweisen, den ich jedoch in der gleichen Weise bei der Spir. buccalis (Fig. 10a) und refringens machen konnte: im Sinne ihrer Längsachse hängen gegen die Krisis zu manchmal je zwei Individuen zusammen, die sich wesentlich in bezug auf ihre Breitenverhältnisse, wie aus den Zeichnungen zur Genüge hervorgeht, unterscheiden (Fig. 10b). Im Anschluß an diese Stadien wurden ganz ähnliche Bilder beobachtet, nur daß aus dem dickeren Lebewesen das Plasma herausgetreten war und einen deutlich anhängenden Protoplasmaknopf darstellte, an dem das dünnere Individuum nur als ein „Schatten“ anhing (Fig. 10c). Die Deutung dieser Befunde möge erst auf eine spätere Zeit, da mehr entwicklungsgeschichtliches Beobachtungsmaterial über Spirochaeten

vorliegt, verschoben werden (vergl. Fig. 28 in der Arbeit von Perrin). Manchmal liegen derartige zwei Protoplasmaknöpfe von zwei gleich großen Individuen direkt beieinander (Fig. 11a) oder verschmelzen zu einem einzigen Protoplasmaballen (Fig. 11b).

Immerhin kann man bereits jetzt die Behauptung aufstellen, daß die verschiedenen Protoplasmaknöpfe und Tropfen, die bei verschiedenen Spirochaeten (Spirochaeta Obermeieri vielleicht von Obermeier, Erichsen und Heydenreich, dann Spirochaeta buccalis von mir, Spirochaeta gallinarum zuerst von Schaudinn (uned.), dann von mir u. a.), besonders aber bei den zu den Trypanosomen hinüberführenden Spirochaeta Balbianii Perrin und Spirochaeta anodontae (Keysselitz) beobachtet wurden, keine bloßen Degenerationsprodukte sind, sondern besondere Ruhestadien darstellen, auf denen das Protoplasma mit dem Chromatininhalt eine innige Durchmengung und Verbindung erfährt und denen eigenartige Geschlechtsvorgänge (Fig. 11, Autogamie von zwei aus der Teilung hervorgegangenen Individuen?) vielleicht vorhergegangen sind.

Was die systematische Stellung der Hühnerspirochaeta (Spirochaeta gallinarum Marchoux und Salimbeni) anbelangt, so ist sie auf Grund ihrer Morphologie (undulierende Membran), ihres Verhaltens Reagenzien gegenüber (NaCl, Alkalien usw.) und ihrer Art von Vermehrung, die eine Längsteilung ist, sowie auf Grund des zeitweiligen Zellparasitismus zu den Protozoen zu stellen und zwar in die nächste Nähe von Trypanosomen. Durch die von Keysselitz im Anodontadarm entdeckte Spirochaeta anodontae Keysselitz wird von den übrigen bekannten Spirochaeten, die sich der großen Spirochaeta plicatilis unmittelbar anschließen, eine Brücke zu der Spirochaeta Balbianii (Trypanosoma Balbianii Certes), die zuletzt von Perrin genau untersucht wurde, geschlagen und diese letztere Form ist zweifelsohne mit Trypanosomen ziemlich nahe verwandt. — Eine undulierende Membran wurde von Schaudinn bei Spirochaeta dentium, refringens, Spirochaeta ziemanni beschrieben; dieselbe konnte ich bei Spirochaeta dentium gleichfalls beobachten, bei der übrigens auch auf gewissen Stadien deutliche Chromatinkörnelungen, die auch Löwenthal gesehen hatte, nachweisbar sind. In einigen seltenen Fällen zog sich das körnig verteilte Chromatin in dem Spirochaetenleib zu einem Kernstab zusammen, so daß die beiden Enden des Lebewesens vom Chromatin gleichsam gereinigt wurden und sich nach Giemsa lichtblau färbten (Fig. 12a). Diese Spirochaeta teilt sich gleichfalls der Länge nach, wie aus Fig. 12b hervorgeht.

Schließlich hat Perrin für die Spirochaeta (Trypanosoma) Balbianii aus dem Kristallstiel der Auster bereits in seiner vorläufigen Mitteilung die Art der Längsteilung und die hierbei sich abspielenden Kernvorgänge genau beschrieben. Bezüglich der Spirochaeta anodontae Keysselitz war Herr Dr. Keysselitz so liebenswürdig mir eine Reihe von Zeichnungen, die den Längsteilungsvorgang klar legen, zu überlassen und hierzu einen erklärenden Text zu schreiben, der in den nachfolgenden Zeilen wörtlich zum Abdruck gebracht wird.

Spirochaeta anodontae nov. spec.

In dem Verdauungstraktus von Anodonta mutabilis Cless. trifft man regelmäßig bei älteren Tieren — nur solche kamen zur Beobachtung — Parasiten, die auf Grund ihrer Morphologie zu dem von Ehrenberg begründeten Genus der Spirochaeten gehören. Die fragliche Spirochaeta mag den Namen Spirochaeta anodontae erhalten. Sie hält sich vorwiegend auf in dem gallertigen, in den Magen hineinragenden Kristallstiel, in dessen zäher Masse sie sich lebhaft hin und her schlängelt, vor- und rückwärts gleitet. In der Regel findet man sie auch an dem dreizackigen Körper (flèche tricuspide), sowie gelegentlich in der Leber. Zuweilen kann man den Parasiten innerhalb abgestoßener Magen-Epithelzellen in heftiger Bewegung beobachten.

Der Habitus der einzelnen im Entwicklungszyklus dieser Spirochaeta auftretenden Formen ist äußerst mannigfaltig. In einer später folgenden Mitteilung wird darauf genauer eingegangen werden. Der Körper ist in der Regel bandförmig, d. h. seitlich mehr oder weniger abgeplattet. Die freien Enden des Parasiten laufen entweder mehr oder weniger stark abgestumpft aus oder enden spitz in einem kurzen dünnen periplasmatischen Fortsatz, der eigener Bewegung nicht fähig ist (Fig. 13a u. e). Seitlich setzt sich der Körper in eine dünne Ektoplasmafalte fort (undulierende Membran), deren Umschlagsrand von einem in den einzelnen Formen verschieden starken Faden eingenommen wird (Fig. 13a, e). Derselbe beginnt an den Enden mit einer kleinen Verdichtung (Basalkorn) und besteht, wie man an geeigneten Mazerationspräparaten wahrnehmen kann, aus einem komplizierten Fibrillensysteme (Fig. 13a). Die undulierende Membran läßt sich am besten im Leben wahrnehmen. Auf Präparaten vermag man sie gut mit Eisenhaematoxylin darzustellen, weniger geeignet erweist sich die Giemsafärbung. Die Bewegung der Membran besteht in fortlaufenden von der Tätigkeit des Körpers unabhängigen Undulationen. Es läßt sich das am besten beobachten bei Formen, deren Körperbewegungen sich verlangsamt haben. Bei verschiedenen Entwicklungsstadien ist die Membran sehr schmal, und die Membranleiste liegt dem Körper dicht an. Bei stärkeren Krümmungen des Parasiten hebt sie sich deutlich vom Plasmaleibe ab.

In den einzelnen im Entwicklungszyklus auftretenden Formen läßt sich in einer Anzahl von Stadien in annähernd gleicher Weise mit dem Giemsafarbstoff eine in verschiedener Nüance rot sich färbende Masse nachweisen, die als Chromatin anzusprechen ist (Fig. 13b, c, d). Diese Substanz unterliegt mannigfachen und zwar typischen Veränderungen. Meine Untersuchungen darüber sind noch nicht abgeschlossen. Es sollen daher nur einige der hauptsächlichsten Konfigurationen erwähnt werden.

Bei der einen Differenzierungsmöglichkeit erscheinen im Parasiten verschieden große und verschieden zahlreiche, glatt umrandete, rund-ovale Chromatinballen von intensiv roter Farbe. Sie lassen sich optisch nicht weiter auflösen und liegen in annähernd gleichen, zuweilen auch in wechselnden Abständen voneinander entfernt (Fig. 13b). Ähnliche Bilder finden sich bei Entwicklungsstadien der Mundspirochaeta (Prowazek). In anderen Fällen trifft man die chromatische Substanz über die ganze

Zelle verteilt in Form von größeren und kleineren untereinander durch heller rote Züge verbundenen Chromatinbrocken (Fig. 13c), die sich hantelförmig teilen können und dann den Seitenrändern der Spirochaeta anliegen (vergl. Perrin Fig. 3). Öfters findet man auch das Chromatin spiralig in der Zelle angeordnet. Man gewinnt den Eindruck, daß die rot färbbare Masse auf einem die Zelle durchsetzenden Spiralband sich zusammengeballt hat (vergl. Perrin Fig. 2, 2). Dasselbe läßt sich mitunter streckenweise wahrnehmen. Bilder wie in Fig. 13d könnte man auf eine Kontraktion dieses Bandes zurückführen. Häufig gewahrt man in dem mittleren Teile des Parasiten (etwa dem mittleren Drittel) oder unter Freilassung desselben in den äußeren Dritteln eine dichtere Ansammlung von chromatischer Substanz, aus der sich dunkler rote Brocken von unregelmäßiger Größe und Form als kompaktere Teile abheben. In anderen Stadien ist das Chromatin auf eine kleine Strecke in der Mitte beschränkt. Es färbt sich ziemlich intensiv rot. Man gewahrt bei stärkeren Vergrößerungen eine nicht festzustellende Anzahl dicht aneinander gelagerter Chromatinkügelchen. Diese Struktur mag vielleicht aus einer allmählichen Zusammenballung der über die ganze Zelle verteilten mehr oder weniger spiralig angeordneten Masse hervorgegangen sein. In Gemeinschaft mit dieser zentralen Anordnung erkennt man mehrfach eine anfangs ovale, später mehr kugelige Auftreibung der Spirochaeta. Es scheinen nicht alle derartigen Stadien auf die angegebene Weise zu entstehen. Welche Bedeutung den betreffenden Formen beizulegen ist, lasse ich noch dahingestellt. Eine Degeneration liegt jedenfalls nicht vor.

Die Teilung der Spirochaeta ist eine Längsteilung. Der Körper spaltet sich in zwei Stücke von annähernd gleicher Stärke, die durch die Ektoplasmaschicht anfangs in ihrer ganzen Ausdehnung miteinander vereinigt sind. Die Spaltung erfolgt von dem einen Ende aus und schreitet allmählich unter Schwinden der vereinigenden ektoplasmatischen Substanz weiter fort, so daß immer längere Strecken der Teil-Individuen frei werden und selbständige Bewegungen ausführen. Nachdem die Trennung bis zu dem noch vereinigenden Körperpole vorgedrungen ist (Fig. 13f u. e), klappen die beiden Tochterindividuen in ähnlicher Weise, wie es von Prowazek für Spirochaeta gallinarum beschrieben worden ist, auseinander, ohne sich sogleich voneinander zu lösen. Die Teilstücke bleiben über längere Zeit miteinander vereinigt. Diese Erscheinung läßt sich vergleichen mit analogen Verhältnissen bei Trypanosoma lewisi, brucei, equiperdum, Trypanoplasma borreli. An den beiden Körperpolen des sich teilenden Parasiten erscheint je ein mit Giemsafarbstoff sich rot färbendes, deutlich wahrnehmbares Basalkorn, das sich bei der Längsspaltung der Spirochaeta teilt (Fig. 13f). Das an dem die Teilstücke bis zuletzt vereinigenden Pole liegende Korn verdoppelt sich häufig erst kurz vor dem Auseinanderklappen der beiden Individuen (Fig. 13 f). Die Veränderungen an der undulierenden Membran, beziehungsweise ihre Neuentstehung bei dem einen Teilprodukte der Spirochaeta habe ich im einzelnen bisher nicht verfolgen können.

Tafelerklärung.

Mit Ausnahme von Fig. 4b wurden alle Figuren mit Abbes Zeichenapparat gezeichnet. Zeiß Homog. Immers. Okular 8 bei Fig. 1a, 1b, 2a—d, 3a, b, 8a, bei Fig. 5 Okular 18, bei den übrigen wurde Okular 12 angewendet.

Tafel I.

Fig. 1a. Polynukleare Zelle mit Sp. aus dem Knochenmark, seltener Befund (Bertarelli-Volpino).
Fig. 1b. Makrophage aus der Milz (Bertarelli-Volpino).
Fig. 1c. Makrophage bei Zusatz von 0,001 Immunserum und 0,1 Komplement.
Fig. 2a—d. Verschiedene Teilungsstadien eines polynukleären Leukozyten.
Fig. 3a. Erythrozyt mit chromatischer Einlagerung (Giemsa).
Fig. 3a. Erythrozyt mit chromatischer Einlagerung und Randreifen nach Meves (Giemsa).
Fig. 4a. Hühnerspirochaeta mit Giemsas Eosinazur gefärbt.
Fig. 4b. Hühnerspirochaeta nach dem Leben.
Fig. 5. Zusammengezogene Sp. mit undulierendem Geißelsaum (Karbolalkoholbehandlung, vergl Text).
Fig. 6a. Sp. mit Chromatinandeutung (Giemsa).
Fig. 6b. Sp. mit Chromatinanlagerungen nach Karbolbehandlung (vergl. Text).
Fig. 7a—f. Teilungsstadien bei 7a, ein verbreitertes und ein normales Individuum, 7d nach Apathy mazeriert.
Fig. 8a und 8b. Ruhestadien.

Tafel II.

Fig. 9a—g. Intrazelluläre Stadien (Giemsafärbung) 9e, f, g junge Erythrozyten verschiedener Altersstufen.
Fig. 10a—c. Verbindung von je einer dünnen Spirochaeta mit einer breiteren Form (Giemsa).
Fig. 11a, b. Ausbildung von sog. Protoplasmaknöpfen.
Fig. 12a. Sp. buccalis mit Chromatinstab (Giemsa).
Fig. 12b. Sp. buccalis. Teilung (Giemsa).
Fig. 13a. Sp. anodontae. Eisenhämatoxylinfärbung; Membranleiste aufgefasert.
Fig. 13b. Sp. mit Chromatineinlagerungen, Giemsafärbung.
Fig. 13c. Sp, deren Chromatin über die ganze Zelle sich verteilt hat, Giemsafärbung.
Fig. 13d. Sp. mit spiraliger Anordnung des Chromatins (Zentralstab kontrahiert?). Giemsafärbung.
Fig. 13e. Sp. in Teilung, Eisenhämatoxylinfärbung.
Fig. 13f. Sp. in Teilung, Giemsafärbung.

Literaturverzeichnis.

Bertarelli und Volpino, Untersuchungen über die Spirochaete pallida Schaudinn bei Syphilis. Centralblatt f. Bakteriologie usw., XXXX. Bd., 1. Heft, 1905.

Borell, Cils et division transvensale chez le Spirille de la poule. Compt. rend. d. soc. biologie tome LV, Nr. 3, 1906.

Fischel, A., Über vitale Färbung von Echinodermeneiern usw. Anatomische Hefte 37, 1899.

Gurwitsch, A., Biologie der Zelle. Jena, G. Fischer 1904.

Handbuch der pathogenen Mikroorganismen herausgegeb. von Kolle und Wassermann. Jena, G. Fischer 1902.

Levaditi, Contribution à l'étude de la spirillose des poules. Annales de l'Institut Parteur 18, No. 3, 1904.

Löwenthal, Die Spirochaeten. Biophysikalisches Centralblatt, Bd. I, 1906.

Marchaux et A. Salimbeni, La spirillose des poules. Annales de l'Institut Pasteur 17. pg. 569, 1903.

Novy and Knapp, Spirochaete Obermeieri. Hyg. Laborat. University of Michigan. Separat. 1906.

Nicolle, C et Comte, C., Sur une nouvelle spirillose C. R. soc. Biol. Bd. 59, No. 26, 1905.

Perrin, W. S., A Preliminary Communication on the Life History of Trypanosoma Balbianii. Proceedings on the Royal society Vol. 76 B., 1905.

Derselbe, Researches upon the Life history of Trypanosoma Balbianii (Certes). Archiv f. Protistenkunde 7. Bd., I Heft, Jena 1906.

Pütter, Die Flimmerbewegung. Ergebnisse der Physiologie, II. Jahrg., 1904.

Rhumbler, Über ein eigent. period. Aufsteigen des Kernes usw. Anatom. Anzeiger, XIX. Bd., 1901.

Schaudinn, F. und Hoffmann, E, Vorläufiger Bericht über das Vorkommen von Spirochaeten in syphilitischen Krankheitsprodukten und bei Papillomen. Arbeiten aus dem kaiserlichen Gesundheitsamte, 22. Bd., S. 527, 1905.

Schaudinn, F., Zur Kenntnis der Spirochaete pallida. Deutsche Medizinische Wochenschrift 1905, Nr. 42.

Schuberg, Über Cilien und Trichocysten einiger Infusorien. Archiv f. Protistenkunde, 6. Bd., 1905.

Wladimiroff, Rückfallfieber. Handbuch der pathogenen Mikroorganismen. Jena, Fischer 1903.

Wechselmann, W. und Löwenthal, W., Zur Kenntnis der Spirochaete pallida. Medizinische Klinik, Nr. 33, 1905.

Über die Wirkung der Tuberkelbazillenstämme des Menschen und des Rindes auf anthropoide Affen.

Von

Prof. Dr. E. v. Dungern und **Dr. Henry Smidt.**

Die experimentellen Untersuchungen über die Verschiedenheit der Tuberkelbazillenstämme, die bei Menschen und bei Rindern tuberkulöse Erkrankungen bedingen, haben in der letzten Zeit eine außerordentliche Ausdehnung gewonnen, seit Robert Koch auf dem britischen Tuberkulosekongreß im Jahre 1901 sich für die prinzipielle Trennung der Perlsuchtbazillen und der menschlichen Tuberkelbazillen aussprach und die von der Mehrzahl der Kliniker und Hygieniker angenommene verhältnismäßig geringere Gefährlichkeit der Milch perlsüchtiger Kühe dadurch zu erklären suchte. Die von Koch in den Mittelpunkt des Interesses gerückte, schon von Th. Smith u. a. gemachte Beobachtung, daß von Menschen stammende Tuberkelbazillen für das Rind viel weniger virulent sind als die aus tuberkulösen Rindern selbst gezüchteten, fand die ausgedehnteste Nachprüfung. Insbesondere wurden auch im Kaiserlichen Gesundheitsamte von H. Kossel, A. Weber und Heuß außerordentlich zahlreiche und exakte Versuche über diese Frage ausgeführt. Die Versuchsanordnung bestand darin, möglichst viele Tuberkelbazillenstämme sowohl aus perlsüchtigen Rindern wie aus Menschen, die an Tuberkulose verschiedener Art erkrankt oder gestorben waren, in Reinkulturen zu gewinnen und diese quantitativ auf ihre Virulenz für Rinder und andere Versuchstiere bei verschiedener Einverleibungsart zu prüfen.

Diese Experimente bestätigten in Übereinstimmung mit anderen Beobachtungen im allgemeinen die verhältnismäßig geringe Rindervirulenz der menschlichen Stämme. Es fanden sich jedoch auch Fälle, in denen von Menschen stammende Tuberkelbazillen auch beim Rinde, selbst bei subkutaner Injektion oder nach Verfütterung, eine ausgedehnte fortschreitende Tuberkulose hervorriefen. Da diese Stämme sich auch in ihren morphologischen und kulturellen Eigenschaften so verhielten wie Perlsuchtbazillen, so wurden sie von den genannten Autoren auch als solche angesehen, und als Typus bovinus vom Typus humanus der übrigen vom Menschen stammenden Kulturen scharf unterschieden. Eine Umwandlung des letzteren fand auch nach mehrfachen Passagen durch Ziege und Rind nicht statt: Die Rindervirulenz nahm nicht zu, das morphologische und kulturelle Verhalten blieb das des Typus humanus.

Kossel, Weber und Heuß nehmen auf Grund dieser Beobachtungen an, daß die Perlsuchtbazillen nicht identisch sind mit den menschlichen Tuberkelbazillen, obgleich sie auch im Menschen vorkommen können, eine Anschauung, der auch wir uns anschließen. Worauf diese Verschiedenheit beruht, ob es sich um zwei verschiedene Arten handelt, deren genetischer Zusammenhang nicht mehr zu erkennen ist, oder um Varietäten, die ineinander übergeführt werden können, das ist freilich unseres Erachtens noch nicht sicher festgestellt, da es auch namhafte Forscher gibt, die auf Grund ihrer Versuche eine Umwandlungsmöglichkeit annehmen. Eine besondere Bedeutung brauchen wir jedoch der Entscheidung dieser Streitfrage nicht zuzuschreiben. Denn einerseits kann ja die Varietätenbildung schon ausgeprägt genug sein, um bei der Infektion des Menschen ins Gewicht zu fallen, und anderseits ist es auch nicht ausgeschlossen, daß zwei verschiedene, aber doch nahestehende Arten für den Menschen gleiche Infektionstüchtigkeit besitzen. Jedenfalls sind die Unterschiede konstant genug, um eine Trennung beider Typen zu rechtfertigen.

Es scheint demnach eine gute Grundlage geschaffen zu sein, um über die Gefährlichkeit der Perlsuchtbazillen für den Menschen Aufschluß zu erlangen. Wenn eine Umwandlung des Typus bovinus im Menschen nur unter selten eintretenden Bedingungen oder gar nicht stattfindet, so kann in jedem Falle festgestellt werden, ob eine tuberkulöse Erkrankung des Menschen von Perlsuchtbazillen hervorgerufen ist oder nicht. Die bisher vorliegenden Untersuchungen zeigen mit Sicherheit, daß die Tuberkelbazillen vom Typus bovinus ausgedehnte Tuberkulose des Darmes und der Mesenterialdrüsen erzeugen können. In tuberkulösen Lungen wurden sie dagegen nur in ganz vereinzelten Fällen gefunden, und hier ist ihre ätiologische Bedeutung nicht einmal ganz sicher gestellt, da die Möglichkeit einer Mischinfektion mit vom Menschen stammenden Tuberkelbazillen nicht ausgeschlossen wurde. Man kann daher annehmen, daß die Lungentuberkulose in der weitaus größten Zahl der Fälle durch menschliche Tuberkelbazillen bedingt wird, während die Darmtuberkulose der Kinder vielfach den Perlsuchtbazillen ihren Ursprung verdankt. Es ist dies ein sehr bemerkenswertes, noch keineswegs klargestelltes Resultat.

Vom Standpunkte der Identitätslehre läßt es sich freilich leicht erklären. Man kann annehmen, daß die aus der Milch perlsüchtiger Kühe stammenden Tuberkelbazillen sich im Menschen allmählich zu menschlichen Tuberkelbazillen umwandeln und daher in den Lungen als Typus humanus erscheinen, während sie im Darm und in den Mesenterialdrüsen noch keine Zeit zur Umwandlung gehabt haben. Dagegen sprechen aber die vereinzelten Fälle, bei denen Bazillen vom Typus bovinus auch in den Lungen gefunden wurden, und vor allem das Fehlen der Übergänge zwischen den beiden deutlich zu unterscheidenden Typen.

Die eigenartige Erscheinung, daß Perlsuchtbazillen bei der Lungentuberkulose des Menschen vermißt werden, kann auch nicht ohne weiteres durch ihre geringe Virulenz für den Menschen verständlich gemacht werden. Nach den vorliegenden Untersuchungen sollte man eher auf eine stärkere Virulenz der Perlsuchtbazillen schließen. Die vergleichenden Virulenzprüfungen zeigten ja, daß die höhere Virulenz dieser sich auch mehr oder weniger ausgesprochen auf alle anderen benutzten Ver-

suchstiere erstreckt (Schaf, Ziege, Schwein, Kaninchen, Hund, Katze, Meerschweinchen). Auch die dem Menschen näher stehenden kleinen Affen erwiesen sich in den Versuchen von Nocard[1]), de Jong[2]), Schweinitz und Schröder[3]), Cipolina[4]), Mac Fadyean[5]) als durchaus empfänglich für Perlsuchtbazillen und erkrankten in den Fällen, wo darauf geachtet wurde, sogar stärker als nach der Infektion mit menschlichen Tuberkelbazillen.

Die Anschauung, welche eine untergeordnete Bedeutung der Rindertuberkelbazillen für den Menschen auf Grund ihrer geringeren Virulenz für diesen annimmt, setzt demnach voraus, daß sich der Mensch den Perlsuchtbazillen gegenüber anders verhält als alle bisher geprüften Versuchstiere.

Diese Erwägungen veranlaßten uns, ein dem Menschen möglichst nahestehendes Versuchstier, den anthropoiden Affen, zur Untersuchung heranzuziehen.

In dieser Richtung liegt in der Literatur nur die von Grünbaum[6]) auf der Naturforscherversammlung in Hamburg (1901) gemachte Mitteilung vor, daß es ihm gelungen sei, durch subkutane Impfung Rindertuberkulose mit Erfolg auf den Schimpansen zu übertragen; es fehlt hier aber der für unseren Zweck notwendige Vergleichsversuch mit menschlichen Tuberkelbazillen.

Im Kaiserlichen Gesundheitsamte waren solche Versuche, wie wir sie beabsichtigten, auch schon ins Auge gefaßt, dann aber aus äußeren Gründen unterlassen worden. Wir fanden daher, als wir das Kaiserliche Gesundheitsamt von unserer Absicht in Kenntnis setzten, eine weitgehende Unterstützung von seiten des Präsidenten, des Herrn Wirklichen Geheimen Oberregierungsrates Dr. Köhler, durch dessen Befürwortung uns auch eine materielle Unterstützung vom Reichsamt des Innern gewährt wurde. Zu besonderem Danke sind wir auch Herrn Regierungsrat Dr. Weber verpflichtet, der uns in ausgezeichneter Weise mit dem für unsere Untersuchungen notwendigen Material an Tuberkelbazillenstämmen versah.

Auch das Großherzoglich Badische Ministerium der Justiz, des Kultus und des Unterrichts und das Auswärtige Amt haben in dankenswertester Weise das Unternehmen gefördert.

Allgemeines über die zu den Untersuchungen verwandten Affen.

Die Versuche wurden auf den Rat des Herrn Hofrat Dr. Hagen hin in Palembang auf Sumatra ausgeführt. Wir fanden hier das bereitwilligste Entgegenkommen seitens der holländischen Regierung; insonderheit sind wir Herrn Residenten van Rijn van Alkemade sowie den Herren Kontrolleuren Prins und Schiff für ihre liebenswürdige Unterstützung bei Beschaffung der Affen zu lebhaftem Danke verpflichtet. Mit ihrer Hilfe gelang es uns in verhältnismäßig kurzer Zeit, eine große Anzahl Menschenaffen

[1]) Echo vétérinaire, T. 31, 1902, pag. 137—142.
[2]) Ref.: Semaine med. 1903, Nr. 5.
[3]) 1. Internationale Tuberkulose-Konferenz, Berlin 1902, S. 365.
[4]) Berl. klin. Wochenschr. 1903, Nr. 8, S. 163.
[5]) Lancet, 1903, vol. 2, Nr. 11.
[6]) Verhandlungen der Tuberkulose-Kommission d. Gesellsch. Deutscher Naturforscher und Ärzte 1901, Berlin (Hirschwald 1902).

zu erhalten, obgleich es mit den größten Schwierigkeiten verknüpft ist, diese Tiere lebend einzufangen. Wir benutzten zwei verschiedene Arten Gibbons (Hylobàtes), den schwarzen Siamang, der in ausgewachsenem Zustand bis 1 m hoch wird und durch eine eigenartige Verwachsung zwischen der zweiten und dritten Zehe ausgezeichnet ist (Hylobates syndactylus), und den kleineren Unko (Hylobates agilis), der in etwas verschieden gefärbten Spielarten im Flachlande von Sumatra vorkommt. Beide Arten sind nur bei sorgsamster Pflege in der Gefangenschaft am Leben zu erhalten. So fanden wir, als wir am 6. Februar 1905 in Palembang ankamen, von den Gibbons, die von einem Händler seit zwei Monaten für uns gesammelt waren, nur einen einzigen lebend vor und auch von den später gekauften ging eine große Anzahl schon nach wenigen Tagen zugrunde.

Im Gegensatz zu anderen Beobachtungen verloren wir nur wenige an einer dysenterieähnlichen Erkrankung des Dickdarmes; dabei handelte es sich nicht um die auch in dieser Gegend vorkommende Amöbendysenterie des Menschen. Auffallend häufig sahen wir dagegen bei ausgewachsenen weiblichen Siamangs, die kurz vorher geboren oder abortiert hatten, eine von der Schleimhaut des Uterus ausgehende Diplokokkensepsis, wobei sich in der Leber kleine bis reiskorngroße Abszesse vorfanden. Auch sonst kamen akut verlaufende Erkrankungen septischer Art zur Beobachtung, die von der Mundhöhle oder den Respirationsorganen ihren Ausgang nahmen. Nur in wenigen Fällen starben Affen nach längerem Kranksein und auch bei diesen fanden wir kleine Abszesse in der Leber. Man muß annehmen, daß alle diese Affen bei den Eingeborenen infiziert wurden; die Käfige, in denen sie oft tagelang während des Transportes leben müssen, sind klein und unsauber, die Nahrung wird hier leicht verunreinigt und zum Trinken erhalten sie schmutziges Flußwasser. Durch die große Empfindlichkeit der Gibbons gegenüber septischen Infektionen gingen viele Versuchstiere für unsere eigentlichen Untersuchungen verloren; sie behalten ihren Wert jedoch als Kontrollen, indem sie uns in Übereinstimmung mit früheren Beobachtungen zeigen, daß Tuberkulose unter frei lebenden Menschenaffen nicht beobachtet wird.

Bei uns lebten die Affen in großen, überdachten Bambusverschlägen oder Drahtumzäunungen, die ihnen freie Bewegung gestatteten und zum Turnen reichliche Gelegenheit boten. Die Nahrung bestand ausschließlich in reifen Früchten (Pisang, Duku, Rambutan, Papaya, Rambi) und frischen Blättern; zum Trinken erhielten sie nur gekochtes und filtriertes Wasser. So gelang es uns, eine verhältnismäßig große Zahl Hylobates vor Infektion zu schützen und mehrere Monate am Leben zu erhalten. Herr Kontrolleur Prins hatte außerdem die Liebenswürdigkeit, uns zwei halbgezähmte Unkos für unsere Versuche zur Verfügung zu stellen, die unter fast vollkommen natürlichen Bedingungen in den Bäumen seines Gartens frei lebten; sie waren bei dieser Lebensweise, die sie auch nach der Impfung mit Tuberkelbazillen beibehalten konnten, schon $1^1/_2$ Jahre von jeder Infektion verschont geblieben.

Das Impfmaterial.

Die von uns benutzten Tuberkelbazillenstämme H 2, H 57, B 6, S 2 wurden uns durch Herrn Regierungsrat Dr. Weber übermittelt. Über die Herkunft sowie über die

kulturellen und pathogenen Eigenschaften der Stämme H 2, B 6, S 2 gibt die Arbeit von Kossel, Weber und Heuß (Tuberkulosearbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte Bd. 1 und 3, 1904 und 1905) nähere Auskunft. Der Stamm H 57 ist im Juli 1904 aus Hirnhauttuberkel eines $3^1/_4$ Jahre alten Kindes gezüchtet worden und zeigte die charakteristischen Eigenschaften des Typus humanus.

Die zu den Infektionsversuchen am Affen verwendeten Kulturen waren im Kaiserlichen Gesundheitsamte auf Glyzerinbouillon in Kölbchen von 100 ccm Fassungsvermögen gezüchtet worden. Nach genügendem Wachstum wurde die Kulturflüssigkeit abgegossen. Die Kölbchen wurden darauf durch Paraffin luftdicht verschlossen, während der Überfahrt wurden sie im Kühlraum des Schiffes bei etwa 0° gehalten.

Es war uns möglich, die Mehrzahl unserer Injektionen schon innerhalb der ersten 2 Wochen vorzunehmen. Ein Versuch, die Tuberkelbazillen weiter zu züchten, scheiterte an dem mangelhaften Funktionieren des Brutschrankes. Wir haben aber keinen Grund, eine Abschwächung der Kulturen anzunehmen, da sämtliche Stämme bei Meerschweinchen, denen sie in Mengen von 0,002 g subkutan injiziert wurden, in 4 Wochen eine allgemeine Tuberkulose der Bauchorgane erzeugten. Ein Kaninchen, das eine Injektion von 0,01 g Perlsuchtbazillenkultur S 2 unter der Bauchhaut erhielt, ging nach 85 Tagen zugrunde; die Obduktion ergab geringe tuberkulöse Veränderungen der Milz und eine hochgradige Tuberkulose der Lungen. Bei einem mit menschlichen Tuberkelbazillen (0,01 g, Kultur H 2) subkutan geimpften Kaninchen trat, in Übereinstimmung mit den früheren Versuchen im Kaiserlichen Gesundheitsamte, nur eine bohnengroße Verdickung an der Impfstelle auf, ohne daß sich eine Tuberkulose der inneren Organe entwickelte. (Die Kaninchen, welchen die beiden anderen Stämme Perlsucht B 6 und menschliche Tuberkulose H 57 in gleicher Menge subkutan eingeimpft wurden, gingen vorzeitig an Kaninchenseuche zugrunde.) Erst später trat im Verlauf von etwa zwei Monaten eine Abschwächung der Virulenz der Tuberkelbazillenkulturen ein; bei den geimpften Meerschweinchen fanden sich nach 4 Wochen nur linsengroße Inguinaldrüsen, dagegen noch keine sichtbaren Veränderungen der Milz und Leber.

Der Infektionsmodus.

Die Versuche wurden, einem gemeinsam mit Herrn Regierungsrat Weber aufgestellten Versuchsplan entsprechend, nach zwei Richtungen hin vorgenommen. Für eine möglichst exakte vergleichende Virulenzbestimmung eignete sich besonders die subkutane Injektion. Bei intravenösen und intraperitonealen Injektionen kann leicht eine allgemeine, fortschreitende Tuberkulose vorgetäuscht werden, auch wenn es sich nur um eine Reaktion gegenüber den eingeführten Tuberkelbazillenleibern handelt (Fremdkörpertuberkulose), nach subkutaner Injektion muß dagegen jede in den inneren Organen auftretende tuberkulöse Veränderung auf das im Körper selbst eingetretene Wachstum zurückgeführt werden, welches uns eben als Ausdruck der Virulenz dienen soll. Die nach intravenöser Einführung eintretenden Reaktionserscheinungen sind außerdem nicht unwesentlich davon abhängig, inwieweit es gelungen ist, die trockene Tuberkelbazillenkultur zu einer gleichmäßig feinen Suspension zu verreiben. Die verschiedenen Stämme verhalten sich hierbei nicht vollkommen gleichmäßig, und es ist

daher schwierig, diese Fehlerquelle bei der intravenösen Injektion zu vermeiden. Bei der subkutanen Injektion kann dem Grade der Verreibung eine so große Rolle nicht zugeschrieben werden; trotzdem waren wir natürlich immer bemüht, eine möglichst gleichmäßig dichte, feine Suspension herzustellen. Die subkutane Einführung war aber vor allem deshalb zu wählen, weil sie den mildesten Infektionsmodus darstellt und dabei, wie die vergleichenden Virulenzbestimmungen bei Rindern und anderen Versuchstieren zeigen, Virulenzunterschiede am ehesten zutage treten läßt. Wir wählten als Injektionsmenge eine mittlere Dose von 0,01 g Kultur, die sich bei den Versuchen von Kossel, Weber und Heuß bei Kaninchen als besonders geeignet gezeigt hatte, um die höhere Virulenz der Rindertuberkelbazillen gegenüber menschlichen zum Ausdruck zu bringen.

Anderseits wünschten wir auch festzustellen, wie groß die Infektionstüchtigkeit der verschiedenen Tuberkelbazillenstämme bei Verfütterung ist, da dieser Infektionsmodus den natürlichen Bedingungen am meisten entspricht und ja vor allem in Betracht kommt, wenn es sich darum handelt, die Gefahr der perlsuchtbazillenhaltigen Milch für den Menschen zu bestimmen. Auch bei diesen Versuchen war es sehr wünschenswert, Parallelversuche mit menschlichen Tuberkelbazillen vorzunehmen, da die durch die subkutane Injektion ermöglichte Virulenzvergleichung noch keinen durchaus zwingenden Schluß auf die Infektionstüchtigkeit der gleichen Stämme bei anderer Infektionspforte zuläßt. Zur Verfütterung verwandten wir die gleichen Kulturen und zwar gaben wir jedem Affen einige Male Tuberkelbazillen dezigrammweise zu fressen. Die Kulturen wurden dabei in Pisangs oder Dukus verabreicht in derselben Weise, wie dies schon de Haan[1]) bei seinen Fütterungsversuchen mit menschlichen Tuberkelbazillen mit Erfolg an kleinen Affen getan hatte; jeder Affe erhielt Kulturmasse von zwei verschiedenen Perlsuchtbazillen- bezw. menschlichen Tuberkelbazillen-Stämmen.

Eine Infektion mit anderem tuberkulösem Material als dem verfütterten war in diesen Versuchen ausgeschlossen. Die mit Perlsucht gefütterten Siamangs waren in einer Behausung untergebracht, die von derjenigen der mit menschlichen Tuberkelbazillen infizierten Affen einige Häuser weit entfernt lag. Mit tuberkulösen Menschen kamen sie nicht in Berührung, schon deshalb, weil Tuberkulose sehr selten in Palembang vorkommt.

I. Injektionsversuche

A) mit den von Menschen gewonnenen Tuberkelbazillenstämmen H 2 und H 57 (Typus humanus).

1. Unko 1, Weibchen, Gewicht 1400 g, vom Kopf bis zur Fußspitze 56 cm, vom Kopf bis Steiß 29 cm messend, erhielt am 8. Februar 0,005 g Kultur H 2 in 1 cc physiologischer Kochsalzlösung unter die Haut der linken unteren Skapulargegend injiziert. Er wurde darauf wieder in Freiheit gesetzt und lebte wie vorher in den Bäumen des Parkes. Er fand sich jeden Tag zur Fütterung mit einigen Pisangs in der Nähe des Hauses ein, im übrigen nährte er sich von den Blättern und kleinen

[1]) Virch. Arch. Bd. 147, Nr. 1, 1902.

Früchten der Bäume. In den ersten Wochen war nicht die geringste Veränderung im Allgemeinbefinden zu bemerken; an der Injektionsstelle wurde am 11. Februar eine leichte ödematöse Anschwellung ohne Rötung beobachtet, die auch in späterer Zeit nicht wesentlich zunahm und nicht zur Geschwürsbildung führte. Erst anfangs März trat eine sichtbare Veränderung im Allgemeinbefinden ein: der Unko verlor seine bisherige Lebhaftigkeit, magerte immer mehr ab, suchte den Schatten des Hauses auf, verweigerte schließlich die Nahrung und starb in der Nacht vom 17./18. März. Das Gewicht betrug jetzt nur noch 1200 g.

Sektionsbefund: An der Injektionsstelle (dicht unterhalb der letzten Rippe in der linken mittleren Skapularlinie) eine mit rahmigem Eiter gefüllte taubeneigroße Abszeßhöhle, die Tuberkelbazillen in Reinkultur enthält. Dieser entsprechend liegen in der Höhe der linken untersten Rippe, 2 cm seitlich der Wirbelsäule, zwei erbsengroße verkäste Drüsen im extrapleuralen Bindegewebe. Von hieraus aufwärts zieht sich im hinteren Mediastinum ein Strang bis bohnengroßer käsiger Drüsen bis in die Höhe des ersten Brustwirbels. Nach abwärts und auf der rechten Seite der Wirbelsäule finden sich keine vergrößerten Lymphdrüsen, desgleichen fehlen solche am Halse. Im Unterhautgewebe: in der linken Leiste eine bohnengroße zentral verkäste, in der linken Achsel zwei etwas größere verkäste und in der rechten Achsel eine erbsengroße mit käsigem Eiter gefüllte Drüse; die rechte Leiste ist frei. Die leicht vergrößerte Milz ist durchsetzt von unzähligen, eben sichtbaren bis über stecknadelknopfgroßen gelbweißen Knötchen, desgleichen enthält die Leber sehr zahlreiche submiliare Herde. Die übrigen inneren Organe, insbesondere die Lungen, die Nieren, der Darm und die Mesenterialdrüsen zeigen keine mikroskopisch sichtbaren pathologischen Veränderungen.

Mikroskopisch erweisen sich die Knötchen in der Leber als zirkumskripte, vom übrigen Parenchym sich scharf absetzende nekrotische Herde verschiedener Größe, von kleinsten nur aus wenigen gequollenen und miteinander verbackenen Leberzellen ohne Struktur und Kernfärbung bestehenden bis doppelstecknadelkopfgroßen aus Zelldetritus und spärlichen Leukozyten gebildeten Einlagerungen. Diesen Herden fehlt das für typische Tuberkel charakteristische Aussehen völlig, insbesondere vermißt man die reaktive Umgebung des umliegenden Gewebes. Bei geeigneter Färbung sieht man auch in den kleinsten außerordentlich zahlreiche, gutgefärbte Tuberkelbazillen. Die Knötchen in der Milz zeigen einen durchaus analogen Bau: auch hier nur Nekrose ohne reaktive Entzündung des Gewebes und massenhaft Bazillen im zerfallenen Gewebe und dessen unmittelbarer Nachbarschaft. In Lunge und Niere lassen sich auch mikroskopisch keine tuberkulösen Veränderungen nachweisen.

2. Siamang 1, Weibchen, vom Kopf bis zum Steiß 39 cm, vom Kopf bis zur Fußspitze 80 cm messend. Er erhielt am 13. Februar 0,01 g Kultur Nr. 2 ins Unterhautgewebe links hinten über den letzten Rippen injiziert. Innerhalb einer Woche bildete sich hier eine bohnengroße Anschwellung; aus dieser ging anfangs März ein Geschwür hervor, das bis Ende des Monats fünfmarkstückgroß wurde. Sein Allgemeinbefinden war in den ersten Tagen durch eine von einem anderen Affen übertragene katarrhalische Affektion der oberen Luftwege etwas gestört, er erholte sich jedoch rasch



wieder und zeigte sich noch anfangs März sehr munter. Erst in den letzten Tagen wurde er stiller und unzufrieden und starb am 1. April.

Sektionsbefund: Gewicht 3250 g. Nicht übermäßig starke Abmagerung. In der linken Achselhöhle mehrere mehr als bohnengroße, in Abzesse mit dünnflüssigem Eiter verwandelte Drüsen. Auf der linken Seite zentral verkäste und stark vergrößerte Inguinaldrüsen. Leber und Milz sind ganz durchsetzt von kleinsten bis mehr als stecknadelkopfgroßen weißen Knötchen. In den Lungen überall reichlich über stecknadelkopfgroße, subpleural gelegene harte Knötchen. Bronchialdrüsen und Lymphdrüsen des Abdomens nicht erkrankt.

Die Schnitte von Leber und Milz ergeben ähnliche Bilder, wie die von Unko 1; dazwischen sieht man aber auch Herde mit stärkerer entzündlicher Infiltration und großen Riesenzellen. Sehr viele Tuberkelbazillen. Die Knötchen in den Lungen sind in Verkäsung begriffene tuberkulöse Herde, die Tuberkelbazillen in außerordentlicher Menge enthalten.

3. Unko 2, ausgewachsenes Weibchen, vom Kopf bis zur Fußspitze 87 cm, bis zum Steiß 44 cm messend, erhielt am 14. März 0,01 g Kultur H 57 unter die Haut links über den unteren Rippen gespritzt. In der ersten Zeit zeigten sich keine Veränderungen; anfangs April wurde der Affe stiller und unzufrieden, legte sich häufig, trank auffallend viel Wasser und magerte immer mehr ab. Trotzdem er anfangs Mai wieder einen etwas muntereren Eindruck machte, trat der Tod am 16. Mai ein. An der Injektionsstelle nahm die durch die Einimpfung hervorgerufene Vorwölbung zunächst zu, ging dann aber wieder zurück.

Sektionsbefund: An der Injektionsstelle ganz geringe bindegewebige Verdickung, keine regionäre Drüsenanschwellungen. In der Bauchhöhle etwas klare seröse Flüssigkeit. Die Leber ist durchsetzt von unzähligen kleinsten opaken Knötchen, die so dicht stehen, daß man kaum noch normales Gewebe erkennen kann. In der vergrößerten Milz ein erbsengroßer verkäster Knoten und viele stecknadelkopfgroße und miliare. Die Lungen sind dicht durchsetzt von subpleural gelegenen erbsengroßen Knoten. Außerdem finden sich überall submiliar- bis stecknadelkopfgroße Knötchen. Die Hilusdrüsen sind mehr als bohnengroß, verkäst. Adhäsionen zwischen den einzelnen Lungenlappen und den Pleurablättern. Mehrere Mesenterialdrüsen sind bohnengroß, verkäst. In den übrigen Organen keine Veränderungen.

Mikroskopisch zeigen Leber und Milz genau das bei Unko 1 näher beschriebene Bild: multiple Nekrose-Herde mit sehr zahlreichen Tuberkelbazillen. Die Knoten in der Lunge stellen lobuläre käsige Pneumonien mit Ödem der Nachbarschaft und mäßig zahlreichen Bazillen dar.

B. Injektionsversuche mit den Perlsuchtbazillenstämmen S 2 und B 6.

1. Siamang 2, mittelgroßes Männchen, Länge: Kopf bis Steiß 32 cm, Kopf bis Fußspitze 60 cm. Er erhielt am 11. Februar 0,01 g Kultur S 2 unter die Haut rechts über den unteren Rippen. In den ersten Tagen sehr munter und gefräßig, erkrankte er bald, angesteckt durch einen anderen Affen, an einer katarrhalischen Affektion der oberen Luftwege (die Infektion erfolgt dadurch, daß der mit den Fingern

entleerte Nasenschleim des anderen Affen gefressen wird). Er erholte sich davon rasch, und machte erst wieder 10 Tage vor seinem am 18. März erfolgten Tode einen schwerkranken Eindruck. An der Injektionsstelle entwickelte sich in 3 Wochen ein taubeneigroßer Abszeß, der sich spontan öffnete und zur Geschwürsbildung führte.

Sektionsbefund: Gewicht 1500 g. An der Injektionsstelle markstückgroßer Defekt der Haut mit unterminierten Rändern; nach unten hin ist die Haut $1^1/_2$ cm weit in Form einer Tasche abgelöst, die eingedickten Eiter enthält. In der rechten Achselhöhle eine bohnengroße erweichte und mehrere harte Drüsen. Die linke Achsel und beide Leisten sind frei von Drüsenschwellungen. Im Thorax findet sich rechts und 2 cm seitlich der Wirbelsäule genau der Injektionsstelle gegenüber eine Gruppe erweichter Drüsen, von der aus sich vergrößerte und teilweise verkäste Drüsen an der rechten Seite der Wirbelsäule entlang bis zur Teilungsstelle der Trachea verfolgen lassen. Der Ductus thoracicus ist frei. Die Milz und Leber sind von unzähligen submiliaren, gelbweißen Knötchen durchsetzt. In den größtenteils atelektatischen Unterlappen der Lungen finden sich bis hirsekorngroße weißliche Herde. Hilusdrüsen nicht vergrößert. Nieren frei.

Die mikroskopische Untersuchung läßt in Milz und Leber massenhafte, das Parenchym gleichmäßig durchsetzende nekrotische Herde erkennen, die reichlich Tuberkelbazillen enthalten; nirgends sieht man echte Tuberkelbildung. In den Unterlappen der Lunge handelt es sich um käsige Herde mit kleinzelliger Infiltration in der Umgebung und endzündlichem Exsudat in den Bronchiolis. In den pneumonischen Herden Tuberkelbazillen in sehr großer Menge. Die Nieren sind auch mikroskopisch frei von pathologischen Veränderungen.

2. Siamang 3, Männchen, ganze Länge 70 cm, Kopf-Rumpflänge 37 cm, erhielt am 21. Februar 0,01 g Kultur S 2 unter die Haut rechts über den untern Rippen. In der ersten Zeit zeigte er keine Veränderung, wurde dann Mitte März stiller und am 25. März deutlich krank. Am 1. April trat der Tod ein.

Sektionsbefund: Gewicht 2300 g. An der Injektionsstelle etwa markstückgroßes Geschwür, auf dessen Grund der Muskel frei liegt. In der rechten Leiste ein 5 cm langer Strang bis bohnengroßer, verkäster Drüsen und in der rechten Achsel eine bohnengroße Drüse. Die linke Achsel und Leiste sind frei. Rechts neben der Wirbelsäule liegt entsprechend der Injektionsstelle eine erbsengroße, verkäste Drüse, von dieser aufwärts im hinteren Mediastinum mehrere gleiche bis zur Höhe des Lungenhilus. Am Halse und im Mesenterium keine Drüsenschwellungen. Ductus thoracicus frei. Die stark vergrößerte Milz ist ebenso wie die Leber durchsetzt von unzähligen Knötchen von gelblichweißer Farbe und bis zu Erbsengröße. In den Lungen finden sich einige weißliche, derbe Knoten unter der Pleura. Die übrigen Organe sind frei.

Mikroskopisch unterscheidet sich die Milz und Leber nicht von denen des Siamang 2, nur sind die Tuberkelbazillen in der Leber nicht so zahlreich wie bei diesem. Die Lungenherde erweisen sich als durch Invasion von Schimmelpilzen bedingte lobuläre Pneumonien.

3. Unko 3, Weibchen, vom Kopf bis zum Steiß 34 cm, vom Kopf bis zur Fußspitze 66 cm messeud; Gewicht 2000 g. Am 8. Februar erhielt er 0,01 g Kultur B 6 unter die Haut der rechten unteren Skapulargegend. Er wurde darauf genau so, wie Unko 1, in Freiheit gesetzt. Eine Veränderung des Allgemeinbefindens war bis Ende März nicht zu bemerken; erst dann verlor er seine frühere Lebhaftigkeit, suchte öfter den Schutz des Hauses auf, nahm aber noch immer Nahrung zu sich bis kurz vor seinem Tode, der am 14. April erfolgte.

Sektionsbefund: Gewicht jetzt nur noch 1750 g. An der Injektionsstelle kleines, kreisrundes Geschwür mit unterminiertem Rande und käsigen Massen auf dem Grunde. Die stark vergrößerte Milz ist von submiliaren Knötchen dicht durchsetzt, die Leber enthält massenhaft kleinste opake Herde, zwischen denen die Zeichnung des normalen Gewebes völlig verwischt ist. In den Lungen finden sich in allen Lappen außerordentlich zahlreiche miliare Tuberkel. Rechts neben der Wirbelsäule beginnt in der Höhe des Injektionsgeschwürs eine nach oben bis zum ersten Brustwirbel sich fortsetzende, ununterbrochene Schnur zentralverkäster Drüsen. Der enge Ductus thoracicus verläuft unmittelbar neben diesen, ist aber nicht mit ihnen verwachsen. An Hautdrüsen findet sich nur eine bohnengroße verkäste in der rechten Leistenbeuge. Die Hilusdrüsen sind nicht vergrößert, dagegen finden sich im Mesenterium mehrere zentralverkäste erbsengroße. Alle übrigen Organe sind makroskopisch frei.

Die mikroskopische Untersuchung ergibt in der Milz multiple Nekroseherde mit spärlichen Tuberkelbazillen, in der Leber echte Tuberkel mit vielen Riesenzellen und nur vereinzelten Bazillen, in der Lunge kleine käsige Pneumonien; in diesen sind die Tuberkelbazillen am reichhaltigsten. Mikroskopisch enthält auch die Niere vereinzelte kleine Tuberkel.

4. Siamang 4, Männchen, ganze Länge 73 cm, Kopf-Rumpflänge 38 cm, erhielt am 13. Februar 0,01 g Kultur B 6 links hinten über den unteren Rippen. Er erkrankte leicht an der schon erwähnten katarrhalischen Affektion, von der er sich aber schnell wieder erholte und zeigte bis kurz vor seinem Tode am 27. März keine weiteren Krankheitserscheinungen.

Sektionsbefund: Gewicht 2700 g. An der Injektionsstelle taubeneigroßer Abszeß unter der Haut mit dünnflüssigem Eiter. Leistendrüsen links bohnengroß, aber nicht verkäst; die übrigen Drüsen des Unterhautbindegewebes nicht verändert. Die etwas vergrößerte Milz von unzähligen bis stecknadelkopfgroßen, gelblichen Knötchen durchsetzt. In der Leber desgleichen zahlreiche opake Knötchen. In allen Lappen der Lungen viele linsengroße, harte, die Pleura vorwölbende, unregelmäßig geformte und auf dem Durchschnitt speckig glänzende Herde. Hilusdrüsen nicht vergrößert. Im Mesenterium einige vergrößerte, sonst nirgends veränderte Drüsen.

Mikroskopisch enthalten Leber und Milz reichlich die beschriebenen nekrotischen Herde mit Massen von Tuberkelbazillen. In der Lunge finden sich wieder die lobulären käsigen Pneumonien. In einer Mesenterialdrüse läßt sich Verkäsung mit Tuberkelbazillen nachweisen. Die Nieren sind auch mikroskopisch frei von pathologischen Veränderungen.

5. Unko 4, großes Weibchen, vom Scheitel bis zum Rumpfende 48 cm, bis zur Fußspitze 85 cm messend, erhielt am 4. März 0,01 g Kultur B 6 unter die Haut rechts über den unteren Rippen. Noch Mitte April war keine besondere Veränderung des Benehmens zu bemerken. Am 24. April trat nach kurzem Kranksein der Tod ein.

Sektionsbefund: Gewicht 3500 g. Die stark vergrößerte Milz und die ebenfalls etwas vergrößerte Leber sind von miliaren und submiliaren, zum Teil konfluierenden Tuberkeln dicht durchsetzt. Die sonst gut lufthaltigen Lungen enthalten in allen Lappen zahlreiche linsengroße harte Knoten. In der rechten Weiche eine bohnengroße, verkäste, in der linken eine erbsengroße, nicht verkäste Drüse. Sonst finden sich auch an den inneren Organen nirgends Drüsenschwellungen.

Die mikroskopische Untersuchung läßt wieder in Milz und Leber die nekrotischen Herde, in der Lunge die käsigen Pneumonien erkennen, überall außerordentlich zahlreiche Tuberkelbazillen. In der verkästen rechten Leistendrüse liegen diese so dicht, daß ihre Haufen schon mit schwacher Vergrößerung zu erkennen sind. Die Nieren zeigen keinerlei Veränderungen.

Ergebnisse der Injektionsversuche.

Wir sehen also, daß sich die Gibbons für alle untersuchten Stämme, gleichgültig, ob diese von perlsüchtigen Rindern oder tuberkulösen Menschen gewonnen sind, sehr empfänglich gezeigt haben. Die beiden Arten Siamang und Unko ließen dabei in ihrem Verhalten keinen Unterschied erkennen. Bei allen war der gleiche Verlauf zu beobachten: Die Infektion blieb zunächst, wie man dies ja bei Tuberkulose auch sonst zu sehen gewohnt ist, auf die Injektionsstelle beschränkt; an dieser bildete sich eine entzündliche Infiltration, die in einigen Fällen wieder zurückging, meistens aber zur Abszeß- und Geschwürsbildung führte. Von hier aus erkrankten fast immer die regionären Leisten- und Achseldrüsen der betreffenden Seite auf dem Lymphwege. Zugleich aber wurden, wie sich aus den Sektionsbefunden schließen läßt, fast in allen Fällen die Tuberkelbazillen auch durch die interkostalen Lymphgefäße in die zu beiden Seiten der Wirbelsäule angeordneten Lymphganglien verschleppt; denn man findet meist neben der Wirbelsäule auf der Seite der Injektion eine Kette verkäster Drüsen, die sich bis in die Höhe der Bifurkation und weiter verfolgen läßt. Durch die in den Ductus thoracicus mündenden Lymphbahnen — ob vom Unterhautgewebe oder vom Brustraum aus, ließ sich nicht entscheiden — kommt es schließlich zu einer Überschwemmung des Blutes, als deren Effekt wir besonders in Milz und Leber die zahlreichen Herde finden. Die Lungen wurden in geringerem Grade ergriffen und erkrankten in einzelnen Fällen gar nicht. Die Bronchialdrüsen fanden sich nur bei Unko 2 vergrößert und verkäst, bei dem auch die Lungen ganz besonders hochgradige tuberkulöse Veränderungen aufwiesen. Die Mesenterialdrüsen erkrankten nur bei Siamang 4, Unko 2, und Unko 3, vielleicht von der Milz aus.

Die Dauer der Erkrankung bis zum Eintritt des Todes war in den einzelnen Fällen nicht vollkommen gleich, wie aus folgender Tabelle hervorgeht:

Kultur	Name	Gewicht nach dem Tode in Grammen	Lebensdauer in Tagen
0,01 S 2	Siamang 2	1 500	35
0,005 H 2	Unko 1	1 200	37
0,01 S 2	Siamang 3	2 300	38
0,01 B 6	Siamang 4	2 700	42
0,01 H 2	Siamang 1	3 250	46
0,01 B 6	Unko 4	3 500	51
0,01 H 57	Unko 2	3 000	63
0,01 B 6	Unko 3	1 750	65

Die Tabelle zeigt uns ferner, daß die auftretenden Schwankungen nicht auf Verschiedenheiten der verwandten Stämme zu beziehen sind, sondern wohl auf einer nicht näher zu präzisierenden, ungleichen Disposition der einzelnen Versuchstiere beruhen. Ein Unterschied zwischen der Wirkung der Perlsuchtbazillen und derjenigen der Tuberkelbazillen ist auch in dieser Beziehung nicht zu konstatieren.

Die mikroskopische Untersuchung läßt in fast allen Fällen in der Leber und Milz Veränderungen erkennen, wie man sie bei der Miliartuberkulose des Menschen nicht zu sehen gewohnt ist. Es handelt sich nicht um echte Tuberkelbildung, sondern um kugelige nekrotische Herde, die aus zerfallenen Zellen und spärlichen Leukozyten bestehen und besonders in ihrem Zentrum große Mengen von Tuberkelbazillen enthalten. Riesenzellen und eine reaktive Entzündung des umliegenden Parenchyms fehlen meist völlig. Man gewinnt den Eindruck, daß es sich um einen sehr akuten Prozeß gehandelt hat, bei dem es durch die Giftwirkung der plötzlich massenhaft eingeschwemmten Bazillen zum sofortigen Absterben der betroffenen Zellkomplexe gekommen ist. Damit würde im Einklang stehen, daß die Affen, erst wochenlang nach der Injektion in ihrem Allgemeinbefinden nicht gestört, nach kurzem Kranksein schnell zugrunde zu gehen pflegten.

Vor allem aber ergibt die histologische Untersuchung nicht den geringsten Unterschied zwischen den Veränderungen, die durch den Typus bovinus einerseits, durch den Typus humanus anderseits bei Hylobates erzeugt wurden, weder in Zahl und Größe der Herde noch in ihrem mikroskopischen Bau. Die Bazillen selbst weisen in ihrer Form geringe Differenzen auf, indem die Perlsuchtbazillen in der Regel — aber durchaus nicht immer — etwas kürzer und plumper erscheinen, als die menschlichen Tuberkelbazillen; färberische Unterschiede ließen sich aber auch mit einer von Spengler[1]) kürzlich für Sputumausstriche angegebenen und für die Schnittpräparate etwas modifizierten Färbemethode nicht erzielen. (An Ausstrichpräparaten von Reinkulturen fanden sich allerdings bei Behandlung nach den Angaben Spenglers gewisse Unterschiede.)

[1]) Deutsche med. Wochenschr. 1905, Nr. 31.

II. Fütterungs-Versuche

A) mit den von Menschen gewonnenen Kulturen H2 und H57 (Typus humanus).

1. Siamang 5, ausgewachsenes Weibchen, ganze Länge 98 cm, Kopf-Rumpflänge 54 cm, erhielt am 27. Februar etwa 0,2 g Kultur H2 und am 5. März 0,4 g Kultur H 57 in Dukus und Pisangs verabreicht. Am 7. April wurde nochmals etwa 0,5 g Kultur H 57 verfüttert. Der Siamang zeigte bis zum 17. April keine Krankheitserscheinungen; nachdem er an diesem Tage stiller geworden war, wurde er am 19. tot aufgefunden. Die Obduktion ergab eine fünfpfennigstückgroße Hautabschürfung links neben dem Nabel und eine ausgedehnte Blutung ins Unterhautgewebe der linken Brust- und Bauchseite; außerdem fand sich ein linksseitiger subduraler Bluterguß. Der Tod scheint demnach durch Unfall bedingt gewesen zu sein. Tuberkulöse Veränderungen wurden trotz sorgfältiger makroskopischer und mikroskopischer Untersuchung weder am Darm, den Mesenterialdrüsen und den großen Bauchorganen noch an den mit dem Munde und Ösophagus zusammenhängenden Lymphdrüsen gefunden.

2. Siamang 6, Männchen, mittelgroß, vom Kopf bis zum Steiß 48 cm, bis zur Fußspitze 91 cm messend, wurde wie der vorhergehende am 27. Februar, 5. März und 7. April mit menschlichen Tuberkelbazillen gefüttert. Er zeigte zu keiner Zeit irgend welche Krankheitserscheinungen, sondern war im Gegenteil ganz besonders munter. Er wurde durch Morphium und Entbluten am 29. Mai getötet.

Sektionsbefund: Gewicht 5250 g. Netz und Mesenterium sehr fettreich. In allen teilweise emphysematösen Lungenlappen zahlreiche, über die Schnittfläche prominierende opake Knötchen von Stecknadelkopfgröße; im linken Unterlappen ein mehr als bohnengroßer von der Pleura nach dem Bronchus sich erstreckender zentral verkäster Knoten. Zwei Hilusdrüsen sind bohnengroß und gleichfalls verkäst; sie liegen links in der Höhe des Unterlappens entsprechend dem großen Lungenherd. Ein Durchbruch in den Bronchus ist nicht sichtbar, die verkästen Drüsen sind noch von bindegewebigen Kapseln umschlossen. In Milz und Leber zahlreiche stecknadelkopf- bis hirsekorngroße, grauweiße Knötchen. In beiden Nieren in der Rinde einige submiliare Herde. Die Schleimhaut des Dünndarmes anscheinend unverändert. Im Kolon reichlich Trichocephalus und andere mittelgroße Nematoden. Mesenterialdrüsen nicht nennenswert vergrößert. In der Höhe des Anfangsteiles der Trachea findet sich auf der linken Seite eine harte erbsengroße, aber nicht verkäste Drüse; seitlich des oberen Randes des Schildknorpels liegt eine etwas größere verkäste Drüse. Sonst findet sich an den Halsorganen makroskopisch nichts Pathologisches.

Mikroskopisch erweisen sich die Knötchen in der Leber und Milz als Tuberkel mit reichlichen Riesenzellen und mäßig zahlreichen Bazillen. In der Lunge handelt es sich um konfluierende käsige Partien, die von fibrösem und infiltriertem Gewebe mit vielen Riesenzellen umgeben sind. Tuberkelbazillen mäßig zahlreich, von schmaler Gestalt. Die Lymphdrüse an der Trachea zeigt mikroskopisch keine Veränderungen und enthält keine Tuberkelbazillen. Auch die größte Mesenterialdrüse ist frei von Tuberkulose. Die Tonsillen erweisen sich auf den Schnitten als normal.

3. Siamang 7, kleines Männchen, Maße 37 bezw. 69 cm, erhielt genau wie die beiden vorhergehenden am 27. Februar, 5. März und 7. April die beiden mensch-

lichen Stämme in der Nahrung verabreicht. Er zeigte sich während der ganzen Beobachtungszeit außerordentlich lebhaft und gesund. Am 29. Mai wurde er durch Cyankalium getötet.

Sektionsbefund: Gewicht 3000 g. Netz fettreich. An den Halsdrüsen keinerlei pathologische Veränderungen sichtbar. Die rechte Lunge ist an einer Stelle des Unterlappens mit der Brustwand verklebt; an dieser befindet sich im Parenchym ein konischer mehr als bohnengroßer Herd, der mit der Basis der Pleura aufliegend sich nach dem Bronchus zu erstreckt. Er ist in der Mitte verkäst, während am Rande zahlreiche kleine, graue Knötchen sitzen. Letztere finden sich vereinzelt auch sonst in allen Lappen beider Lungen. Während die linke Pleura vollkommen frei ist, ist das äußere Blatt der rechten mit meist in Plaques angeordneten Tuberkeln in den unteren Abschnitten dicht übersät; eine besonders starke Ansammlung findet sich gegenüber dem Unterlappenherde. Gleiche Knötchen bedecken auch das Ligamentum suspensorium hepatis. Der Darm weist keine Veränderungen auf, ebensowenig sind die Mesenterialdrüsen vergrößert, dagegen finden sich an der Leberpforte einige halberbsengroße Drüsen. Die Leber und die Milz weisen zahlreiche ganz kleine Knötchen auf. Am Lungenhilus liegt eine verkäste erbsengroße Drüse, auf derselben Seite wie der große Lungenherd, aber weiter oben, entsprechend dem Oberlappen. Ein Durchbruch in den Bronchus ist nicht vorhanden.

Histologisch zeigt der Herd im Unterlappen das Bild einer verkäsenden Pneumonie und tuberkulöses Gewebe in der Umgebung mit reichlichen sehr großen Riesenzellen. In den Käseherden liegen sehr reichlich Tuberkelbazillen, die klein und schmal aussehen. Die Knötchen auf der Pleura bestehen aus Tuberkeln, die im Innern verkäst sind und in den äußeren Partien viele Riesenzellen enthalten. Die kleinen Herde in Milz und Leber sind echte Tuberkel.

B. Fütterungs-Versuche mit den Perlsuchtbazillenstämmen S 2 und B 6.

1. Siamang 8, ausgewachsenes Weibchen, vom Kopf bis zum Steiß 52 cm, bis zur Fußspitze 94 cm messend, erhielt am 26. Februar etwa 0,1 g Kultur S 2 und am 5. März nochmals etwa 0,2 g Kultur B 6 in Pisangs verabreicht. Nachdem er bis Mitte März keinerlei ins Auge fallende Krankheitserscheinungen aufgewiesen hatte, bekam er Diarrhöe und starb am 21. Mai.

Sektionsbefund: Gewicht 4000 g. Das stark ausgedehnte Colon ascendens ist bedeckt mit subserösen, linsengroßen, schwärzlichen Einlagerungen, die sich beim Einschneiden als Hämorrhagien zwischen Muskularis und Serosa erweisen; jede von ihnen enthält einen Nematoden. (Über diese eigenartige, auch an anderen Affen von uns beobachtete, in manchen Fällen tödliche Erkrankung der Siamangs soll an anderer Stelle eingehender berichtet werden.) Von tuberkulösen Veränderungen sind der Darm und die Mesenterialdrüsen, sowie überhaupt alle anderen Organe vollkommen frei.

2. Siamang 9, ausgewachsenes Weibchen, ganze Länge 99 cm, Kopf-Rumpflänge 55 cm, fraß am 22. Februar etwa 0,15 g und am 26. Februar etwa 0,1 g Kultur S 2 und am 5. März etwa 0,2 g Kultur B 6 mit Früchten. Er war während der ganzen Beobachtungszeit gesund. Am 29. Mai wurde er durch Cyankalium getötet.

Sektionsbefund: Gewicht 7500 g, sehr gedrungener, fettarmer Körper. An der Radix mesenterii eine Anzahl bohnen- bis taubeneigroßer harter Drüsen, die auf dem Durchschnitt Tuberkel erkennen lassen und zum Teil verkäst sind. Im Mesokolon keine vergrößerten Drüsen.

Linke Lunge an der Spitze und an der Basis des Unterlappens strangförmig mit der Pleura verwachsen. In der linken Spitze ein bohnengroßer Herd, über dem die Pleura hämorrhagisch infiltriert und an einer Stelle ulzeriert ist. An der Basis des rechten Oberlappens ein oberflächlich ulzerierter Knoten; an der gegenüber liegenden Seite findet sich in der Pleura mediastinalis ein flaches Geschwür mit verdickten Rändern. Im rechten Unterlappen ein etwa halb so großer Knoten, im übrigen in allen Lappen einzelne, meist subpleurale stecknadelkopfgroße Knötchen mit hämorrhagischem Hof. Hilusdrüsen nicht erkrankt.

Dicht oberhalb des Zwerchfells findet sich ein den Ductus thoracicus umhüllender etwa 5 cm langer Strang von erweichten tuberkulösen Drüsen. In Leber und Milz mäßig zahlreiche submiliare und einige etwas größere Knötchen. Nieren anscheinend frei. Im Dünndarm 10 cm oberhalb der Klappe ein quergestelltes, zackiges Geschwür, das mit dem wallartigen Rande 1 cm im Durchmesser hält. Von hier aus zieht sich nach der Radix mesenterii ein derber Strang, in dessen Verlauf mehrere über bohnengroße Drüsen liegen. Etwa 25, 40 und 60 cm weiter oberhalb weitere eben solche, aber kleinere Geschwüre. An den Halsorganen findet sich nichts Pathologisches.

Die mikroskopische Untersuchung zeigt in den Mesenterialdrüsen Verkäsung mit reichlichen Tuberkelbazillen und echte Tuberkelbildung. Der Herd in der Lungenspitze ist tuberkulös. Es handelt sich um käsig pneumonische Partien, die von tuberkulösem Gewebe mit Riesenzellen teilweise umgeben sind. Das Bindegewebe ist über dem Herd stark verdickt. In den Käseherden liegen viele Tuberkelbazillen, meist in kleinen Häufchen; sie sehen im allgemeinen ziemlich schmal aus. Die beiden anderen größeren Lungenherde sind durch Nematoden bedingt. Auch in der Leber und einer Mesenterialdrüse sind Nematoden nachweisbar, in entzündliche Massen eingebettet. In der Milz finden sich größere Käseherde mit großen Riesenzellen am Rande. Tuberkelbazillen spärlich. Eine Erkrankung des Ductus thoracicus ist nicht nachweisbar. In einem der kleineren Darmgeschwüre wurden Tuberkelbazillen gefunden. Das große Geschwür zeigt auf dem Schnitt eine hochgradige zellige Infiltration der Mucosa und Submucosa. Der innerste Teil ist von Schleimhaut entblößt. Das Gewebe ist hier teilweise nekrotisch und enthält in den Randpartien gut gefärbte Tuberkelbazillen in geringer Anzahl.

3. Siamang 10, kleines Männchen, vom Scheitel bis zum Rumpfende 40 cm, bis zu den Fußspitzen 60 cm messend, bekam am 28. Februar etwa 0,4 g Kultur S 2 und am 5. März etwa 0,2 g Kultur B 6 in Dukus und Pisangs zu fressen. Er blieb bis Mitte April vollkommen gesund und zeigte keinerlei Änderung seines munteren Benehmens. Um diese Zeit wurde er stiller, hörte auf zu fressen und starb am 26. April.

Sektionsbefund: Gewicht 1500 g. In der Bauchhöhle einige Eßlöffel leicht getrübter seröser Flüssigkeit; Verklebungen zwischen den Dünndarmschlingen. Coecum

stark gebläht, Magen und Dünndarm leer und kontrahiert. Im Mesenterium ein Paket teils markig geschwellter, teils verkäster bis bohnengroßer Lymphdrüsen. Im Ileum finden sich einige kleine Geschwüre mit zackigen unterminierten Rändern. In der Milz unzählige, dicht stehende, opake submiliare, in der Leber vereinzelte gelbliche, bis hirsekorngroße Knötchen. Im linken Unterlappen ein subpleuraler, erbsengroßer, auf dem Durchschnitt speckig glänzender Herd. Im Abdomen und der Brusthöhle keine weiteren Drüsenveränderungen, desgleichen fehlen solche am Halse. Die Nieren sind makroskopisch frei.

Die Dünndarmgeschwüre stellen mikroskopisch Defekte der Schleimhaut dar mit kleinzelliger Infiltration der Mucosa und Submucosa, in der sich reichliche Tuberkelbazillen nachweisen lassen. Letztere finden sich desgleichen in großer Menge in den verkästen Partien der Mesenterialdrüsen. Während es sich in der Milz wieder um multiple nekrotische Herde handelt, finden sich in der Leber echte Tuberkel. Der Herd im linken Unterlappen stellt eine käsige Pneumonie dar mit Massen von Tuberkelbazillen. Niere und Tonsille weisen auch mikroskopisch keine Veränderungen auf.

Ergebnisse der Fütterungsversuche.

Es ergibt sich demnach, daß auch die einfache Fütterung mit Tuberkelbazillen bei Hylobates zu einer allgemeinen Tuberkulose führt, wenn auch die Zeitdauer dabei eine etwas längere ist, als nach der subkutanen Injektion. Von den sechs zum Versuch verwandten Affen erkrankten vier, während die beiden andern nach ihrem Tode (51 bezw. 84 Tage nach der ersten Fütterung) keine Tuberkulose aufwiesen. Die Perlsuchtbazillen zeigten sich in dieser Beziehung ebenso infektionstüchtig wie die menschlichen Tuberkelbazillen: in jeder Versuchsreihe erkrankten gleich viele Affen. Dabei sind alte Exemplare, soweit unsere geringe Versuchszahl in dieser Beziehung einen Schluß zuläßt, nicht weniger empfänglich als junge.

Für eine Infektion durch Verfütterung kommen zunächst zwei Infektionspforten in Betracht: einmal die Mundhöhle und der Pharynx, besonders die ihnen gelegenen Anhäufungen lymphoiden Gewebes, Tonsillen und Rachenmandel, und anderseits die Schleimhaut des Dünndarms, vor allem in dessen unteren Abschnitten. Es ist außerdem aber auch noch mit der Möglichkeit zu rechnen, daß die mit dem Futter gereichten Tuberkelbazillen durch Aspiration oder Inhalation direkt in die Lungen gelangen. Daß eine Verstäubung von Tuberkelbazillen in der Umgebung der Affen stattfand, ist sehr unwahrscheinlich; das feuchte Klima ließ eine Eintrocknung kaum zu, und außerdem wurden die Behausungen, die auf Pfählen über einem Flusse erbaut waren, täglich sorgfältig mit viel Wasser gereinigt. Zur Aspiration aus dem Munde oder Rachen war schon eher Gelegenheit gegeben, besonders bei den von den Siamangs häufig aufgeführten Brüllkonzerten.

Bei unsern Versuchen muß man aus den Obduktionsbefunden schließen, daß die Infektion auf verschiedene Weise vor sich gegangen ist. In den beiden Fällen erfolgreicher Verfütterung von Perlsuchtbazillen kann das ganze Krankheitsbild durch eine Infektion vom Dünndarm aus zustande gekommen sein. Wir finden in diesem Geschwüre, die sich mikroskopisch als tuberkulöse erweisen und in deutlichem anato-

mischem Zusammenhang mit diesen hochgradig vergrößerte und verkäste Mesenterialdrüsen. Dagegen lassen sich auch bei mikroskopischer Untersuchung keine tuberkulösen Veränderungen an den lymphoiden Organen des Halses nachweisen. Die Halsdrüsen und die Bronchialdrüsen sind vollkommen frei. Auch die Lungen können ebenso wie Leber und Milz durch Vermittelung des Ductus thoracicus auf dem Blutwege infiziert worden sein. Vollkommen auszuschließen ist es freilich nicht, daß die beiden Herde in den Lungen unabhängig von der Darm- und Mesenterialdrüsentuberkulose durch Aspiration erkrankt sind.

Im Gegensatz zu diesen Affen weisen die beiden nach der Fütterung mit menschlichen Tuberkelbazillen erkrankten Siamangs im Darm und vor allem auch in den Mesenterialdrüsen gar keine tuberkulöse Veränderungen auf. Statt dessen finden wir bei jedem von ihnen einen solitären größeren Käseherd im Unterlappen der einen Lunge, welcher bei dem einen Affen von ausgesprochen konischer Gestalt ist, und verkäste Bronchialdrüsen auf der gleichen Seite. Bei dem einen Affen ist außerdem noch eine oberflächliche Halsdrüse verkäst; im übrigen sind auch die Halsorgane vollkommen normal. Alle übrigen tuberkulösen Veränderungen sind jüngeren Datums und von den genannten Herden abzuleiten; die ausgedehnte Erkrankung der Pleura bei Siamang 7 läßt sich durch direkte Kontaktinfektion, die Tuberkulose von Milz und Leber durch Einbruch der Bazillen in die Blutbahn von den Bronchialdrüsen aus durch den Ductus thoracicus erklären. Der Darm kann demnach in diesen Fällen nicht als Infektionspforte angesehen werden; denn die Möglichkeit, daß die Tuberkelbazillen wirkungslos die Schleimhaut des Darmes und die Mesenterialdrüsen bis zu den Bronchialdrüsen durchwandert haben und dann von hier aus in den Unterlappen der Lunge gelangt sind, ist mehr als unwahrscheinlich. Der Transport der Bazillen von den Bronchialdrüsen zum Lungengewebe müßte außerdem auf dem direkten Lymphwege gegen den Lymphstrom erfolgt sein, was immerhin nicht ohne weiteres einleuchtet. Der anatomisch einwandsfreie Infektionsweg von den Bronchialdrüsen zur Lunge, der durch den Ductus thoracicus und das Blutgefäßsystem führt, kann nämlich nicht eingeschlagen worden sein, da bei der Infektion der Blutbahn, wie unsere subkutan infizierten Affen zeigen, Milz und Leber vorzugsweise erkranken, während hier solitäre Herde in den Lungen entstanden sind, ehe Milz und Leber infiziert waren. Die Annahme einer Infektion vom Munde oder vom Rachen aus findet in den Sektionsbefunden auch keine Stütze. Die Infektionserreger würden in diesem Falle durch die Lymphbahnen und Lymphdrüsen des Halses zu den Bronchialdrüsen gelangt und von diesen aus auch wieder gegen den Lymphstrom die Lungenherde erreicht haben. Zugunsten dieser Anschauung kann nur die Verkäsung der oberflächlichen Halsdrüse bei dem einen Siamang angeführt werden, deren Zusammenhang mit den Bronchialdrüsen aber anatomisch keineswegs feststeht (vergl. Beitzke[1])). Es ist daher sehr wahrscheinlich, daß die Tuberkelbazillen in diesen zwei Fällen direkt durch die Bronchien in die Lunge eingedrungen sind. In die Bronchialdrüsen müssen sie dann von hier mit dem Lymphstrom gelangt sein. Die Möglichkeit, daß die

[1]) Berlin. klin. Wochenschr. 1905, Nr. 31.

Bronchialdrüsen von der Lunge aus als regionäre Drüsen erkranken, ist nicht zu bestreiten, wenn auch Wileminsky[1]) gezeigt hat, daß die inneren Organe ihre regionären Lymphdrüsen nicht so häufig infizieren, wie man gewöhnlich annimmt. Nach der subkutanen Injektion der Tuberkelbazillen blieben die Bronchialdrüsen bei unseren Affen auch unverändert, wenn die Lungen nur in geringem Grade auf dem Blutwege ergriffen waren. Bei Unko 2, der allein größere käsig pneumonische Knoten in den Lungen aufwies, waren die Bronchialdrüsen aber auch sehr stark vergrößert und verkäst. Eine Infektion dieser Drüsen von anderen Lymphdrüsen aus in diesem Falle anzunehmen, ist kaum möglich, da die andern Affen mit geringfügigen oder fehlenden Lungenaffektionen auch dann keine Tuberkulose der Bronchialdrüsen zeigten, wenn andere Lymphdrüsen des Brust- und Bauchraumes ergriffen waren.

Bei allen vier Affen ist es dann zu einer Allgemeininfektion gekommen, als deren Ausdruck wir die Herde in Milz und Leber sehen. Mikroskopisch betrachtet ergibt sich an diesen Veränderungen ebensowenig wie an den durch die subkutane Infektion hervorgerufenen ein Unterschied zwischen Perlsucht und menschlicher Tuberkulose. Auffallend ist nur, daß wir hier häufiger neben einfacher Nekrose der Bildung echter Tuberkel mit zahlreichen Riesenzellen und reaktiver Entzündung des umliegenden Gewebes begegnen. Vielleicht hat dies seinen Grund in der längeren Dauer der Erkrankung nach der Verfütterung, die wohl dadurch bedingt ist, daß bei der Fütterung geringere Mengen von Tuberkelbazillen in den Organismus eindringen [2]).

Schlußfolgerungen.

1. Die vergleichenden Virulenzprüfungen haben ergeben, daß die Perlsuchtbazillen für den Gibbon ebenso infektionstüchtig sind wie die Bazillen des Typus humanus. Da dieses Säugetier dem Menschen ganz besonders nahesteht, auch in bezug auf sein Verhalten manchen spezifisch menschlichen Infektionskrankheiten gegenüber, so liegt es sehr nahe, das beim Gibbon gewonnene Ergebnis auch auf den Menschen zu übertragen. Mit voller Sicherheit läßt sich ein solcher Schluß auf das Verhalten der Perlsuchtbazillen beim Menschen freilich nicht ableiten; es ist ja immerhin denkbar, wenn auch unwahrscheinlich, daß der Mensch sich doch anders verhält als der ihm nahestehende Gibbon und die anderen Versuchstiere. Ob und inwieweit der Schluß vom Gibbon auf den Menschen endgültig gerechtfertigt ist, kann erst das Ergebnis weiterer Versuche zeigen.

2. Der Umstand, daß nach der Verfütterung von Tuberkelbazillen des Typus humanus primäre Lungenherde aufgetreten sind, während die Perlsuchtbazillen bei gleichem Infektionsmodus Darm- und Mesenterialdrüsentuberkulose hervorgerufen haben, läßt an die Möglichkeit denken, daß die beiden verschiedenen Tuberkelbazillentypen nicht in gleicher Weise an die Infektionspforten angepaßt sind. Die Zahl der Versuche ist indes nicht groß genug, um diese Schlußfolgerung genügend sicher zu stellen.

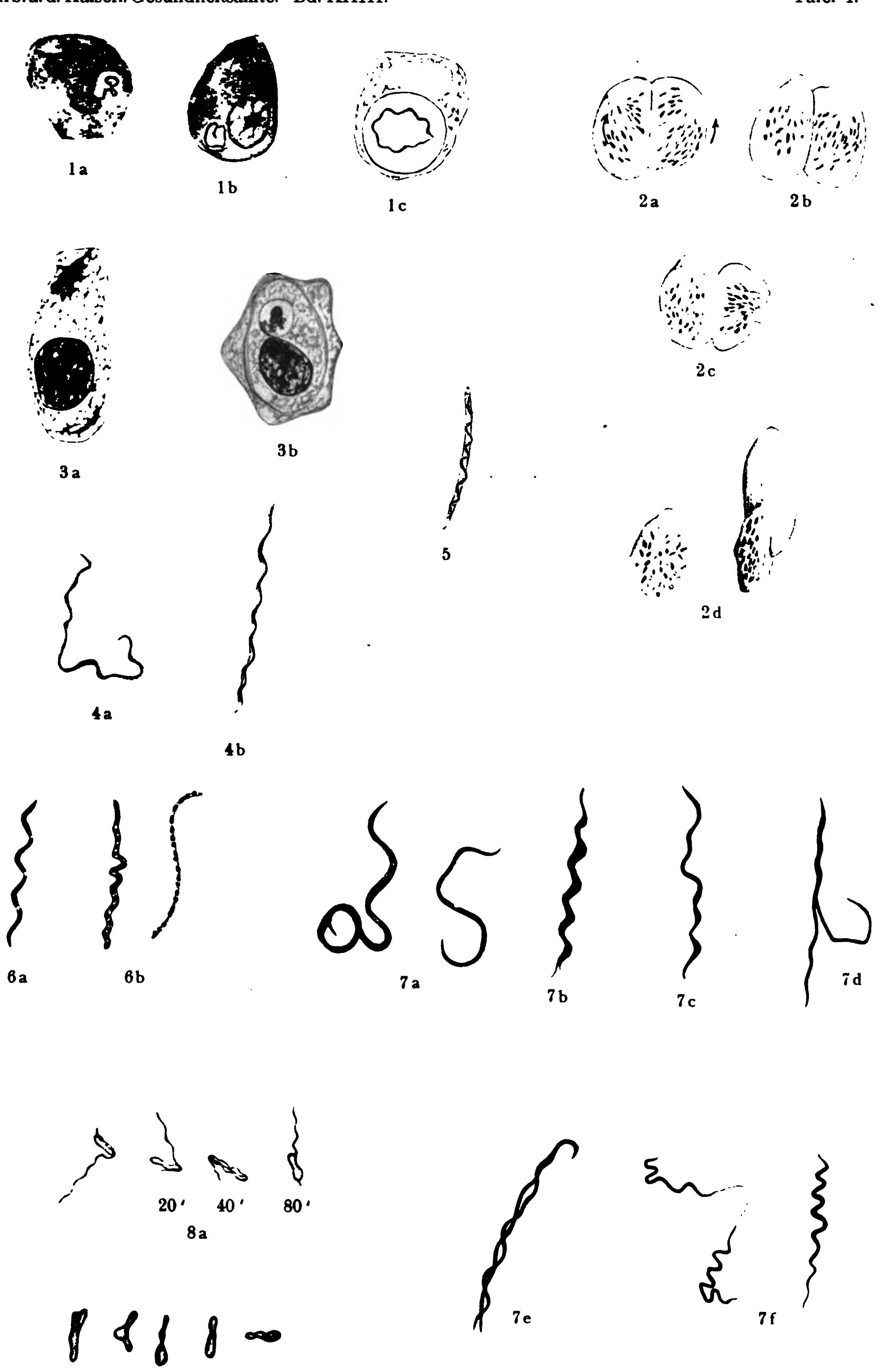
---

[1]) Berlin. klin. Wochenschr. 1905, Nr. 31.

[2]) Die mit ganz kleinen Dosen subkutan infizierten Gibbons gingen leider vorzeitig zugrunde.

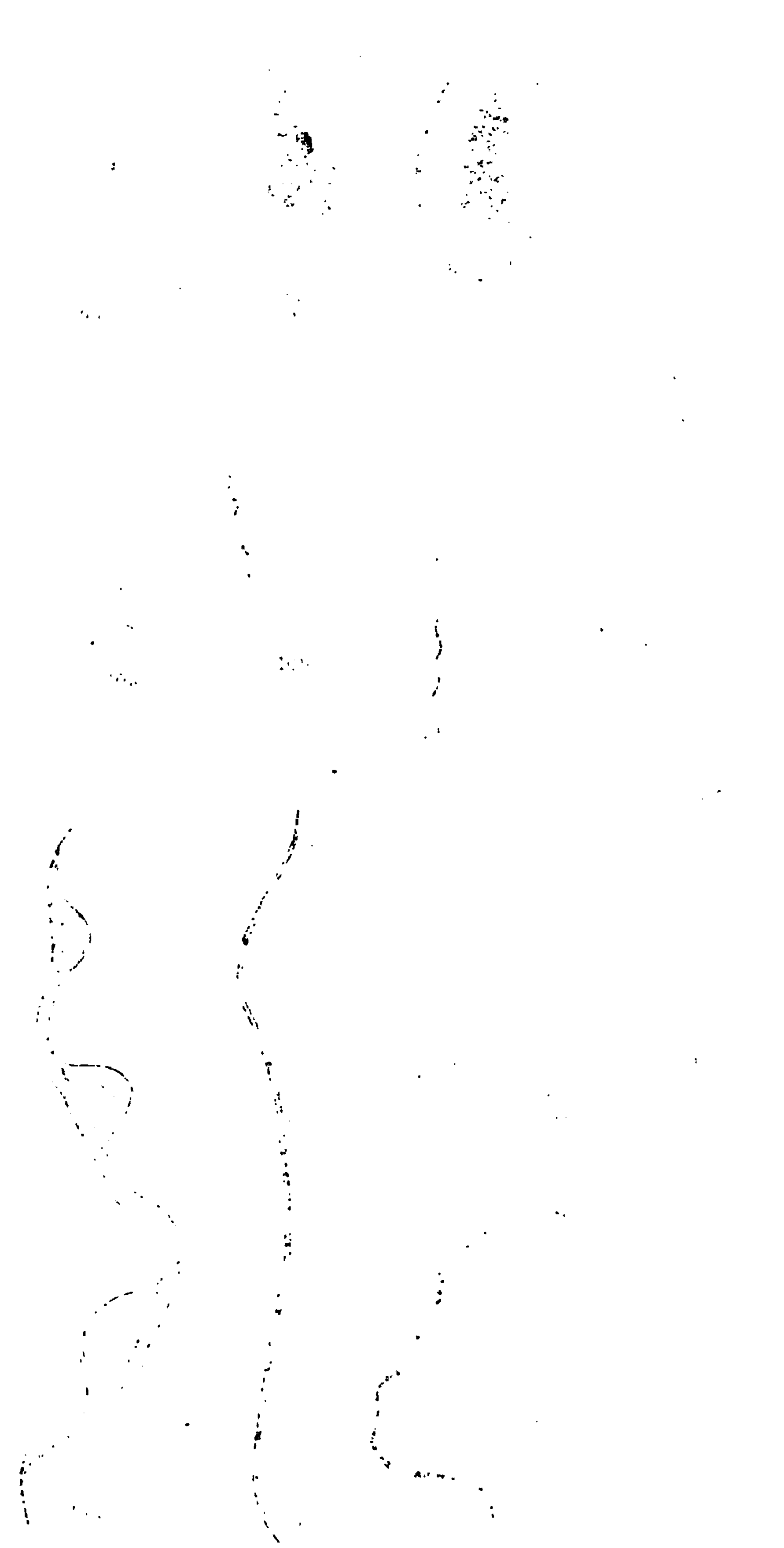


Druck von E. Buchbinder in Neu-Ruppin.



Prowazek del.

Verlag von Julius Springer in Berlin.



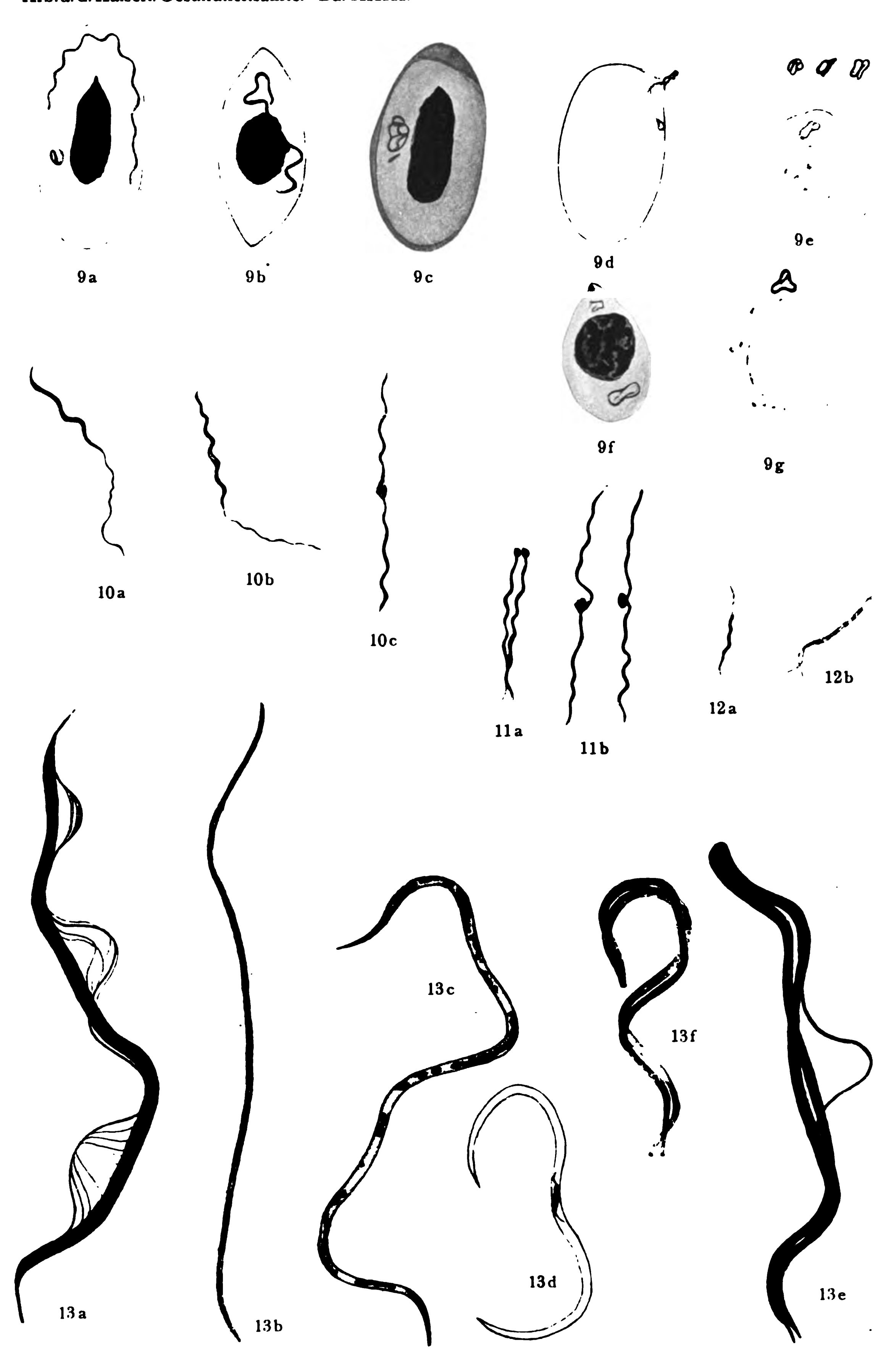


Fig. 9—12 Prowazek, Fig. 13 Keysselitz del.

Verlag von Julius Springer in Berlin.

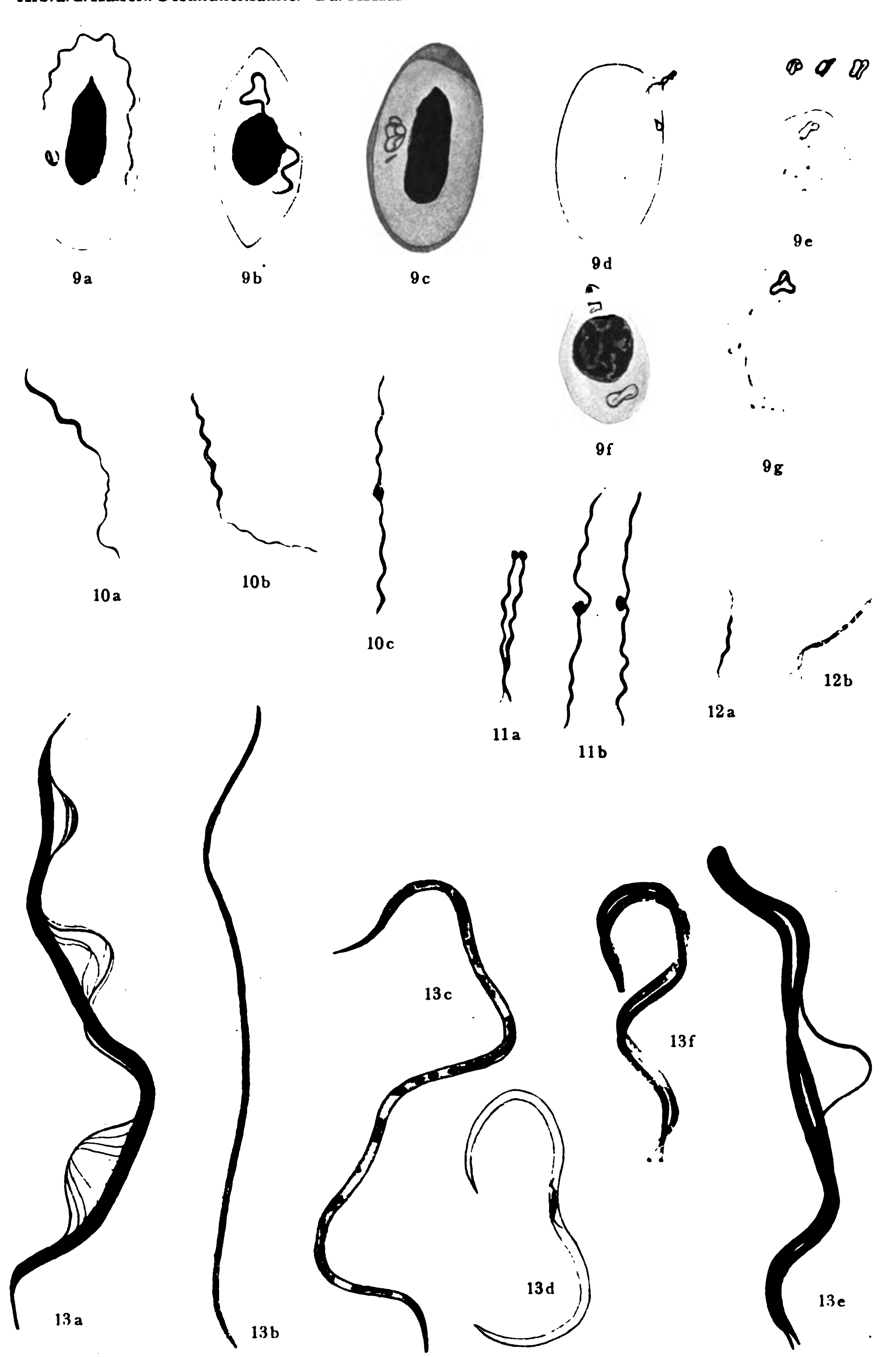


Fig. 9—12 Prowazek, Fig. 13 Keysselitz del.

Verlag von Julius Springer in Berlin.

ARBEITEN

AUS DEM

KAISERLICHEN GESUNDHEITSAMTE.

(Beihefte zu den Veröffentlichungen des Kaiserlichen Gesundheitsamtes.)



DREIUNDZWANZIGSTER BAND.

ZWEITES (SCHLUSS-)HEFT.

MIT 2 TAFELN.

BERLIN.
VERLAG VON JULIUS SPRINGER.
1906.

Inhalts-Verzeichnis.

Fortsetzung auf Seite 2.



Deutsch-Neu-Guinea. Dr. Wendland, Klima u. Gesundheitsverhältnisse in Deutsch-Neu-Guinea. Berichtszeit: 1. I. 1902 bis 31. III. 1902. — F. Ost-Karolinen. Girschner, Klima und Gesundheitsverhältnisse auf den Ost-Karolinen im Jahre 1901/1902. — G. West-Karolinen. Dr. Born, Gesundheitsverhältnisse. Berichtszeit: 17. III. 1902 bis 30. VI. 1902. — H. Marschall-Inseln. Dr. Schnee, Gesundheitsverhältnisse des Schutzgebietes der Marschall-Inseln in der Zeit vom 1. IV. 1901 bis 31. III. 1902. — I. Samoa. Dr. Schwesinger, Gesundheitsverhältnisse auf Samoa in der Zeit vom 1. IV. 1901 bis 31. III. 1902.

4. Dr. W. Kerp, Über die schweflige Säure im Wein. 1. Abhandlung. Allgemeines über die schweflige Säure im Wein. — 2. Abhandlung. Über die aldehydschweflige Säure im Wein.
5. Dr. W. Kerp, Zur Kenntnis der gebundenen schwefligen Säuren. Mit 1 Tafel.
6. Dr. H. Schmidt, Über das Vorkommen der schwefligen Säure in Dörrobst und einigen anderen Lebensmitteln.
7. Dr. G. Sonntag, Beiträge zur Kenntnis der Ausscheidung von neutralem schwefligsaurem Natrium und aldehydschwefligsaurem Natrium beim Hunde. Nach gemeinschaftlich mit Dr. P. Hoffmann angestellten Versuchen.
8. Dr. Fr. Franz, Beitrag zur Kenntnis der Wirkung des neutralen schwefligsauren Natriums, des aldehyd- und des acetonschwefligsauren Natriums, sowie einiger anderer Salze auf Kaulquappen.
9. Dr. E. Rost und Dr. Fr. Franz, Vergleichende Untersuchung der pharmakologischen Wirkungen der organisch gebundenen schwefligen Säuren und des neutralen schwefligsauren Natriums. Mit 4 Tafeln.
10. Dr. W. Kerp, Zur Kenntnis der gebundenen schwefligen Säuren (Nachtrag).
11. Dr. A. Maassen, Über das Reduktionsvermögen der Bakterien und über reduzierende Stoffe in pflanzlichen und tierischen Zellen.
12. Dr. A. Maassen, Die teratologischen Wuchsformen (Involutionsformen) der Bakterien und ihre Bedeutung als diagnostisches Hilfsmittel. Mit 6 Tafeln.
13. Fr. Schaudinn, Die Malaria in dem Dorfe „St. Michele di Leme" in Istrien und ein Versuch zu ihrer Bekämpfung.
14. Dr. A. Schilling, Über die Tsetsekrankheit oder Nagana.
15. Dr. Mane, Immunisierungsversuche bei Hühnerpest.
16. Mitteilungen aus den deutschen Schutzgebieten. A. Ostafrika. Dr. Meixner, Gesundheitsverhältnisse in Deutsch-Ostafrika im Jahre 1902/1903. Mit 1 Tafel. — B. Kamerun. Dr. Ziemann, Gesundheitsverhältnisse im Jahre 1902/1903. — C. Togo. I. Dr. Krüger, Gesundheitsverhältnisse in Lome im Jahre 1902/1903 nebst Anhang: Bericht über die Malariabekämpfung in Lome vom 1. Februar bis 30. Mai 1903. — II. Dr. Külz, Gesundheitsverhältnisse in Klein-Popo im Jahre 1902/1903. — D. Südwestafrika. Dr. Hummel, Gesundheitsverhältnisse in Deutsch-Südwestafrika im Jahre 1902/1903. — E. Deutsch-Neuguinea. I. Dr. Wendland, Klima und Gesundheitsverhältnisse in Herbertshöhe im Jahre 1902/1903. — II. Dr. Hoffmann, Gesundheitsverhältnisse in Kaiser Wilhelmsland im Jahre 1902/1903. — F. Ost-Karolinen. Dr. Girschner, Klima und Gesundheitsverhältnisse auf den Ost-Karolinen im Jahre 1902/1903 nebst Anhang: Ergebnisse der ärztlichen Untersuchung der Bewohner der Trukinseln. — G. West-Karolinen. Dr. Born. Gesundheitsverhältnisse auf den West-Karolinen im Jahre 1902/1903. — H. Marschall-Inseln. Gesundheitsverhältnisse auf den Marschall-Inseln im Jahre 1902/1903. — J. Samoa. Dr. Schwesinger, Klima und Gesundheitsverhältnisse auf Samoa im Jahre 1902/1903. — Anhang: Verzeichnis der Arbeiten auf tropenmedizinischem und tierärztlichem Gebiete, welche im Jahre 1902/1903 von Regierungsärzten, Schutztruppenärzten usw. verfasst oder mit Unterstützung der Kolonialabteilung des Auswärtigen Amtes entstanden sind.

Zweiundzwanzigster Band. — Mit 10 Tafeln. — Preis M. 36,—.

1. Ergebnisse der Weinstatistik für 1902.
2. Ergebnisse der Moststatistik für 1903. Berichte der beteiligten Untersuchungsstellen, gesammelt im Kaiserl. Gesundheitsamte.
3. Dr. O. Sackur, Zur Kenntnis der Blei-Zinnlegierungen. II. Mitteilung: Die Konstitution der Blei-Zinnlegierungen. III. Mitteilung: Die Angreifbarkeit der Blei-Zinnlegierungen durch verdünnte Säuren.
4. Dr. A. Kraus, Untersuchungen über den Einfluß der Herstellung, Verpackung und des Kochsalzgehaltes der Butter auf ihre Haltbarkeit mit besonderer Berücksichtigung des Versands in die Tropen. Auf Grund von gemeinschaftlich mit Dr. M. Müller ausgeführten Versuchen.
5. Dr. A. Kraus, Untersuchungen über die Haltbarkeit der Margarine mit besonderer Berücksichtigung des Versands in die Tropen.
6. Sammlung von Gutachten über Flußverunreinigung. (Fortsetzung.) XVIII. Gutachten des Reichsgesundheitsrates über die Reinigung und Beseitigung der Abwässer der Stadt Altenburg. Berichterstatter: Geh. Medizinalrat Prof. Dr. Löffler. Mitberichterstatter: Geh. Obermedizinalrat Prof. Dr. Schmidtmann.
7. O. Leichtenstern, Studien über Strongyloides stercoralis (Bavay) (Anguillula intestinalis und stercoralis), nebst Bemerkungen über Ancylostomum duodenale. (Nach dem Tode des Verfassers im Auftrage der Witwe herausgegeben von Fr. Schaudinn.)
8. S. Prowazek, Studien über Säugetiertrypanosomen. I. Mit 6 Tafeln.
9. S. Prowazek, Über den Erreger der Kohlhernie *Plasmodiophora brassicae* Woronin und die Einschlüsse in den Carcinomzellen. Mit 1 Tafel.
10. F. Koske, Welche Veränderungen entstehen nach Einspritzung von Bakterien, Hefen, Schimmelpilzen und Bakteriengiften in die vordere Augenkammer?
11. Dr. Beck und F. Koske, Untersuchungen über Schweineseuche mit besonderer Berücksichtigung der Immunitätsfrage. Mit 1 Tafel.
12. F. Koske, Zur Frage der Übertragbarkeit der Schweineseuche auf Geflügel und der Geflügelcholera auf Schweine durch Verfütterung.
13. Dr. Fr. Schaudinn und Dr. E. Hoffmann, Vorläufiger Bericht über das Vorkommen von Spirochaeten in syphilitischen Krankheitsprodukten und bei Papillomen.
14. Dr. S. Prowazek (Rovigno), Untersuchungen über die Vaccine. I. Mit 1 Tafel.
15. Dr. E. Polenske, Beiträge zur Untersuchung von Schweineschmalz und Butter.
16. Dr. E. Polenske, Beiträge zur Untersuchung von Schweineschmalz.
17. Dr. Fr. Auerbach und Dr. H. Barschall, Studien über Formaldehyd. I. Mitteilung: Formaldehyd in wässeriger Lösung.
18. Dr. Lauterborn, Die Ergebnisse einer biologischen Probeuntersuchung des Rheins. Mit 1 Tafel.
19. Kleinere Mitteilungen aus den Laboratorien des Kaiserlichen Gesundheitsamtes: Dr. P. Rasenack, Über Leukonin. — Dr. E. Polenske, Chemische Untersuchung der Jela-Masse. — Dr. E. Polenske, Fortsetzung der chemischen Untersuchung neuer, im Handel vorkommender Konservierungsmittel für Fleisch und Fleischwaren. — Dr. G. Rieß, Über den Nachweis von Kupfer in Gemüsekonserven und Gurken mittels Eisen. — Dr. G. Rieß, Chemische Untersuchung eines unter dem Namen Fruktin (Honig-Ersatz) im Handel befindlichen Präparates.

Dreiundzwanzigster Band. — Heft 1. — Preis M. 11,—.

1. Ergebnisse der Weinstatistik für 1903. Einleitung. Von Dr. A. Günther. — Berichte der staatlichen Untersuchungsanstalten, welche mit der Ausführung der weinstatistischen Untersuchungen betraut sind. Gesammelt im Kaiserl. Gesundheitsamte.
2. Ergebnisse der Moststatistik für 1904. Berichte der beteiligten Untersuchungsstellen, gesammelt im Kaiserl. Gesundheitsamte.
3. Dr. Th. Paul und Dr. A. Günther, Untersuchungen über den Säuregrad des Weines auf Grund der neueren Theorien der Lösungen. 1. Abhandlung: Theoretische Betrachtungen über den Säuregrad des Weines und die Methoden zu seiner Bestimmung.
4. Dr. O. Sackur, Zur Kenntnis der Kupfer-Zinklegierungen. Auf Grund von gemeinsam mit Dr. P. Maus und Dr. A. Siemens ausgeführten Versuchen.

Vierundzwanzigster Band. — Heft 1. Mit 8 Tafeln. — Preis M. 9,—.

Beiträge zur Bekämpfung des Typhus im Deutschen Reiche.

1. Vorwort.
2. Dr. Klinger, Über neuere Methoden zum Nachweise des Typhusbazillus in den Darmentleerungen.
3. Dr. L. Stühlinger, Über einen Ersatz der lebenden Bakterienkulturen zur Beobachtung des Agglutinationsphänomens.
4. Dr. M. Herford, Das Wachstum der zwischen Bacterium coli und Bacillus typhi stehenden Spaltpilze auf dem Endoschen Fuchsinagar.
5. Dr. v. Drigalski, Über ein Verfahren zur Züchtung von Typhusbazillen aus Wasser und ihren Nachweis in Brunnenwasser.
6. Dr. Seige u. Dr. Gundlach, Die Typhus-Epidemie in W. im Herbst 1903. Mit 1 Tafel.
7. Dr. Matthes u. Dr. Gundlach, Eine Trinkwasserepidemie in R. Mit 1 Tafel.
8. Dr. P. Klinger, Über Typhusbazillenträger.
9. Dr. H. Conradi, Über den Zusammenhang zwischen Endemien und Kriegsseuchen in Lothringen.
10. Dr. Matthes u. Dr. G. Neumann, Eine Trinkwasserepidemie in S.
11. D. M. Beck u. Dr. W. Ohlmüller, Die Typhus-Epidemie in Detmold im Herbst 1904. Gutachten im amtlichen Auftrage erstattet. Mit 1 Tafel.
12. Dr. K. Olbrich, Die Typhusepidemie in G. im Winter 1903/04.
13. Dr. H. Kayser, Milch und Typhusbazillenträger.
14. Dr. H. Kayser, Über die Gefährlichkeit von Typhusbazillenträgern.

Druck von E. Buchbinder in Neu-Ruppin.

Verlag von **Julius Springer** in **Berlin N.**

Siebzehnter Band. — Mit 3 Tafeln und Abbildungen im Text. — **Preis M. 26,—.**

Achtzehnter Band. — Mit 18 Tafeln und Abbildungen im Text. — **Preis M. 27,—.**

Neunzehnter Band. — Mit 14 Tafeln und Abbildungen im Text. — **Preis M. 32,—.**

1. Dr. E. Rost, Ueber die Wirkungen der Borsäure und des Borax auf den tierischen und menschlichen Körper, mit besonderer Berücksichtigung ihrer Verwendung zum Konservieren von Nahrungsmitteln. Mit 3 Taf.
2. Dr. Rubner, Ueber die Wirkung der Borsäure auf den Stoffwechsel des Menschen.
3. Dr. R. O. Neumann, Ueber den Einfluss des Borax auf den Stoffwechsel des Menschen.
4. Dr. A. Heffter, Ueber den Einfluss der Borsäure auf die Ausnutzung der Nahrung.
5. Dr. G. Sonntag, Ueber die quantitative Untersuchung des Ablaufs der Borsäureausscheidung aus dem menschlichen Körper.
6. A. Weitzel, Ueber die Labgerinnung der Kuhmilch unter dem Einfluss von Borpräparaten und anderen chemischen Stoffen.
7. Kleinere Mitteil. aus den Laboratorien des Kais. Gesundheitsamtes: Dr. Ed. Polenske, Über den Borsäuregehalt von frischen und geräucherten Schweineschinken.
8. Fr. Schaudinn, Studien über krankheitserregende Protozoen. II. Plasmodium vivax (Grassi & Feletti), der Erreger des Tertianfiebers beim Menschen. Mit 3 Tafeln.
9. Dr. A. Weber, Ueber die tuberkelbazillenähnlichen Stäbchen und die Bazillen des Smegma's. Mit Mikrophotographien von Dr. A. Maassen. Mit 5 Tafeln.
10. Dr. H. Schmidt, Die Bestimmung des Rohrzuckers in gezuckerten Früchten.
11. Dr. C. Fischer, Beiträge zur Kenntnis über die im Handel befindlichen Zündwaren und über ihre Untersuchung.
12. Dr. W. Busse, Beiträge zur Kenntnis der Dammarharze. Unter Zugrundelegung einer von Dr. J. Fränkel ausgeführten Experimental-Untersuchung bearbeitet.
13. Dr. H. Schmidt, Beiträge zur Zuckerbestimmung nach Anlage B und E der Ausführungsbestimmungen z. Zuckersteuergesetz.
14. Mitteilungen aus den deutschen Schutzgebieten. A. Deutsch-Ostafrika. I. Gesundheitsverhältnisse im Jahre 1899/1900. Aus dem Jahresberichte für das Schutzgebiet. — II. Desgl. im Jahre 1900/1901. — III. Dr. Steuber, General-Sanitätsbericht über die Kaiserliche Schutztruppe für das Berichtsjahr vom 1. April 1899 bis 31. März 1900. — IV. Desgl. für das Halbjahr vom 1. April bis 30. September 1900. — B. Kamerun. I. Klima und Gesundheitsverhältnisse in dem Berichtsjahre 1898/99. — II. Dr. A. Plehn, Bericht über die klimatischen und sanitären Verhältnisse in der Zeit vom 1. Juli 1899 bis 30. Juni 1900. — III. Dr. A. Plehn, Bericht über die klimatischen und sanitären Verhältnisse des Kamerun- und Sanagaflussgebietes (Duala Edea) in der Zeit vom 1. Juli 1900 bis 30. Juni 1901. — C. Togo. I. Klima und Gesundheitsverhältnisse im Jahre 1899/1900. Aus dem Jahresberichte für das Schutzgebiet. — II. Gesundheitsverhältnisse im Jahre 1900/01. Aus dem Jahresberichte für das Schutzgebiet. — D. Deutsch-Südwestafrika. I. Klima und Gesundheitsverhältnisse im Jahre 1899/1900. Aus dem Jahresberichte für das Schutzgebiet. — II. Dr. Lübbert, Gesundheitsverhältnisse im Jahre 1900/01. — III. Schöpwinkel, Bericht über die Vorkehrungen gegen die Pestgefahr an der Landgrenze. — IV. Dr. Lübbert, Bericht über die Tätigkeit des Chefarztes in der Kaiserlichen Schutztruppe für Deutsch-Südwestafrika im Jahre 1898/99. — V. Dr. Lübbert, General-Sanitätsbericht über die Kaiserliche Schutztruppe für das Berichtsjahr vom 1. April 1898 bis 31. März 1899. — VI. Dr. Lübbert, Desgl. für das Berichtsjahr vom 1. April 1899 bis 31. März 1900. — VII. Dr. Hummel, Desgl. für das Berichtshalbjahr vom 1. April bis 30. September 1900. — E. Marschall-Inseln. Dr. Schnee, Gesundheitsverhältnisse in der Zeit vom 1. April 1900 bis 31. März 1901. — F. Schutzgebiete von Neu-Guinea, einschl. des Inselgebietes der Karolinen, Palau und Marianen. I. Klima und Gesundheitsverhältnisse des Schutzgebietes von Neu-Guinea im Jahre 1899/1900. Aus dem Jahresbericht für das Schutzgebiet — II. Dr. Girschner, Klima und Gesundheitsverhältnisse auf den Karolinen und Marianen in der Zeit vom 9. April 1900 bis 1. April 1901. — III. Dr. Sunder, Bericht über die Gesundheitsverhältnisse auf Yap. — IV. Dr. Girschner, Die Krankheitsverhältnisse auf den Marianen.
15. Dr. G. Sonntag, Versuche über Zuckerbestimmungen.
16. Sammlung von Gutachten über Flussverunreinigung. (Fortsetzung.) XIV. Gutachten des Reichs-Gesundheitsrates über die Einleitung der Abwässer Dresdens in die Elbe. Berichterstatter: Geh. Hofrat Prof. Dr. Gärtner. Mitberichterstatter: Geh. Medizinalrat Prof. Dr. Rubner. Mit 3 Tafeln.
17. Dr. A. Maaßen, Die Lebensdauer der Pestbasillen in Kadavern und im Kote von Pestratten.
18. Fr. Schaudinn, Untersuchungen über die Fortpflanzung einiger Rhizopoden. (Vorläufige Mitteilung.)
19. Dr. Fischer und F. Koske, Untersuchungen über die sogenannte „rohe Karbolsäure“ mit besonderer Berücksichtigung ihrer Verwendung zur Desinfektion von Eisenbahnviehtransportwagen.
20. Kleinere Mitteilungen aus den Laboratorien des Kaiserlichen Gesundheitsamtes: Dr. A. Günther, Chemische Untersuchung eines neuen im Handel befindlichen „Dauerwurstsalzes Borolin“ und eines „Dauerwurstgewürzes“. — Dr. C. Fischer, Beitrag zur Untersuchung der Erdfarben auf Arsen.

Zwanzigster Band. — Mit 9 Tafeln und Abbildungen im Text. — **Preis M. 28,—.**

1. Dr. H. Kossel, Dr. A. Weber, Dr. Schütz u. Dr. Miessner, Über die Hämoglobinurie der Rinder in Deutschland. Mit 3 mikrophotogr. Tafeln von Dr. Maassen.
2. Die Typhusepidemie in H. im Jahre 1901. Berichterstatter: Geh. Reg.-Rat Dr. Ohlmüller. Mit 1 Tafel.
3. Dr. Nocht u. G. Giemsa, Über die Vernichtung von Ratten an Bord von Schiffen als Massregel gegen die Einschleppung der Pest. (Aus dem Institut für Schiffs- und Tropenkrankheiten in Hamburg.)
4. Dr. Bofinger, Zur Desinfektion tuberkulösen Auswurfs.
5. Dr. Seige, Zur Übertrag. d. Tuberkelbazillen durch den väterl. Samen auf die Frucht.
6. Mitteilungen aus den deutschen Schutzgebieten. Dr. Krulle, Bericht über die auf den Marschallinseln herrschenden Geschlechts- und Hautkrankheiten.
7. Ergebnisse d. Weinstatistik für 1900 u. 1901. Berichte der beteiligten Untersuchungsstellen, gesammelt im Kaiserl. Gesundheitsamte.
8. Sammlung von Gutachten über Flussverunreinigung. (Fortsetzung.) XV. Weiteres Gutachten, betreffend die Beseitigung der Kanalabwässer der Residenzstadt Schwerin. Berichterstatter: Geh. Reg.-Rat Dr. Ohlmüller. Mit 1 Tafel. — XVI. Gutachten des Reichsgesundheitsrates über die Einleitung des Mainzer Kanalwassers einschliesslich der Fäkalien in den Rhein. Mit einem Anhang (Einleitung von Abwässern in den Rhein und seine Nebenflüsse auf der Strecke vom Bodensee bis zur Nahemündung). Berichterstatter: Geh. Reg.-Rat Dr. Ohlmüller. Mit 2 Tafeln. — XVII. Gutachten des Reichsgesundheitsrates über die Einleitung der Mannheimer Kanalwässer in den Rhein. Mit einem Anhang (Überblick über die Bodengrundlagen der Umgegend von Mannheim mit Bezug auf die Möglichkeit der Anlage von Rieselfeldern für die Sanierung der städtischen Schmutzwässer, vom Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. Orth). Berichterstatter: Geh. Medizinalrat Dr. Rubner, Mitberichterstatter: Geh. Obermedizinalrat Dr. Schmidtmann. Mit 1 Tafel.
9. Fr. Schaudinn, Generations- und Wirtswechsel bei *Trypanosoma* und *Spirochaete*.
10. S. Prowazek, Die Entwicklung von *Herpetomonas*, einem mit den Trypanosomen verwandten Flagellaten.
11. Dr. M. Hertel, Die Geflügelcholera und Hühnerpest. Mit 1 Tafel.
12. Dr. O. Sackur, Zur Kenntnis der Blei-Zinnlegierungen. 1. Mitteilung: Das chemische Gleichgewicht zwischen Blei und Zinn bei Gegenwart ihrer Salzlösungen.
13. Dr. E. Polenske, Eine neue Methode zur Bestimmung des Kokosnussfettes in der Butter.
14. Dr. S. Arrhenius, Über Anwendung der physikalischen Chemie auf die Serumtherapie. Vortrag, gehalten im Kaiserl. Gesundheitsamte am 22. Dez. 1902.
15. Kleinere Mitteilungen aus den Laboratorien des Kaiserl. Gesundheitsamtes: Dr. Ed. Polenske, Chemische Untersuchung mehrerer neuen, im Handel vorkommenden Konservierungsmittel für Fleisch- und Fleischwaren.

Einundzwanzigster Band. — Mit 16 Tafeln. — **Preis M. 30,—.**

1. S. Prowazek (Rovigno), Untersuchungen über einige parasitische Flagellaten. Mit 4 Tafeln.
2. S. Prowazek (Rovigno), Entamoeba buccalis n. sp. Vorläufige Mitteilung.
3. Mitteilungen aus den deutschen Schutzgebieten. A. Ostafrika. I. Dr. Steuber, Gesundheitsverhältnisse in Deutsch-Ostafrika im Jahre 1901/1902. — II. Dr. Simon, General-Sanitätsbericht über die Kaiserl. Schutztruppe f. Deutsch-Ostafrika für das Berichtsjahr vom 1. X. 1900 bis 30. IX. 1901. — III. Erläuterungsbericht des Oberstabsarztes Dr. Steuber über seine besondere Tätigkeit als rangältester Sanitätsoffizier beim Stabe der Schutztruppe. — IV. Dr. Meixner, General-Sanitätsbericht über die Kaiserl. Schutztruppe für Deutsch-Ostafrika für das Berichtsjahr 1901/1902. — B. Kamerun. I. Mesler, Gesundheitsverhältnisse während der Zeit vom 1. VII. 1901 bis 31. III. 1902. — II. Dr. Ipscher, General-Sanitätsbericht über die Kaiserl. Schutztruppe für Kamerun für das Berichtsjahr 1900/1901. — C. Togo. Dr. Krueger, Gesundheitsverhältnisse in Togo im Jahre 1901/1902. — D. Deutsch-Südwestafrika. — I. Dr. Hummel, Gesundheitsverhältnisse in Deutsch-Südwest-Afrika im Jahre 1901/1902. — II. Dr. Hummel, General-Sanitätsbericht über die Kaiserl. Schutztruppe für Deutsch-Südwestafrika für das Berichtsjahr vom 1. X. 1900 bis 30. IX. 1901. — III. Dr. Hummel, General-Sanitätsbericht über die Kaiserl. Schutztruppe für Deutsch-Südwestafrika für das Berichtsjahr vom 1. X. 1901 bis 30. IX. 1902. — E.

Fortsetzung auf Seite 4.


UNIVERSITY OF MICHIGAN
3 9015 06792 3121

